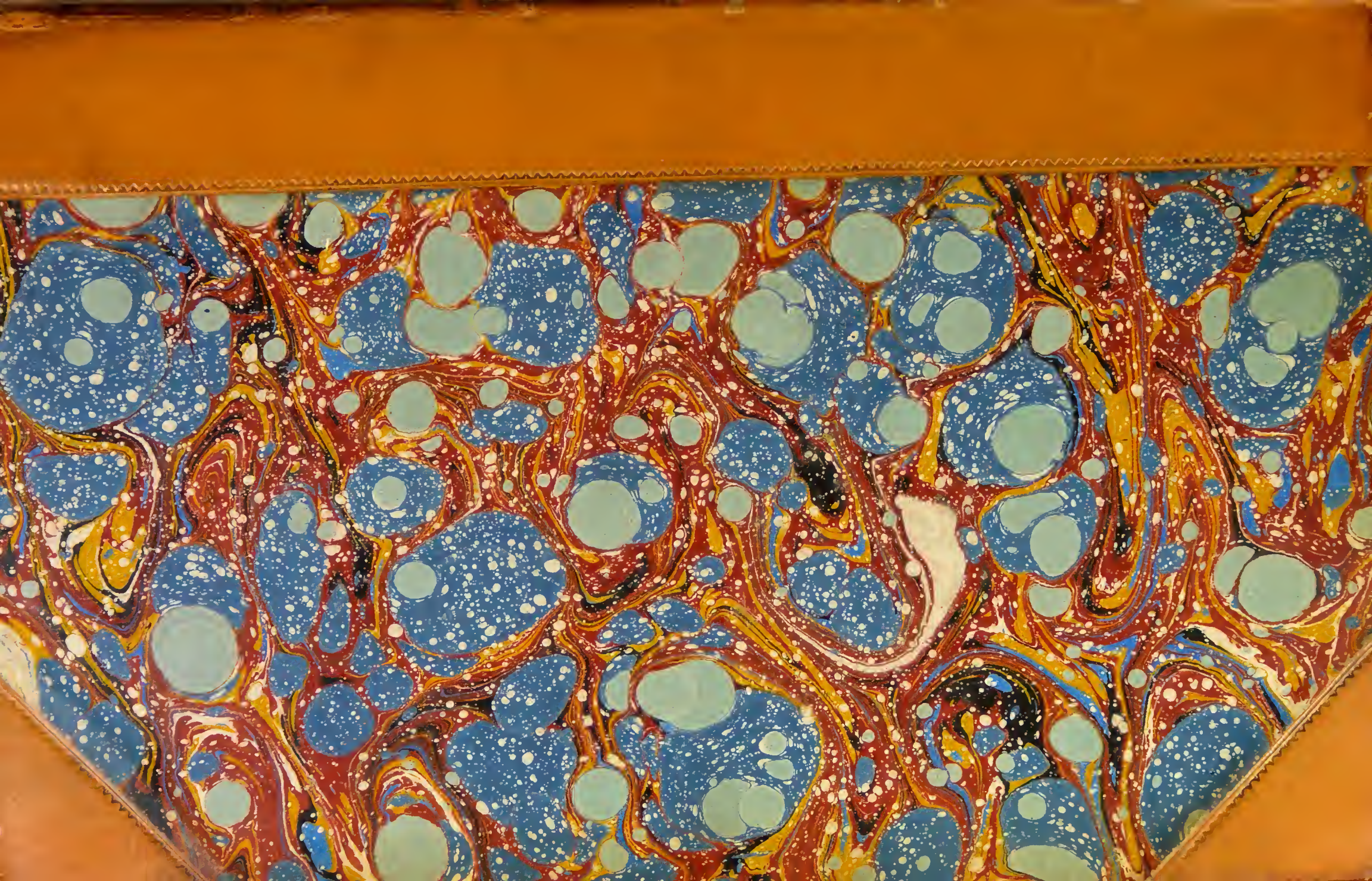


* Fol S. 20.

R52986

LEHRBUCH

DER

HYGIENE.

SYSTEMATISCHE ZUSAMMENSTELLUNG

DER WICHTIGSTEN

HYGIENISCHEN LEHRSÄTZE UND UNTERSUCHUNGS-METHODEN.

ZUM GEBRAUCHE

FÜR

STUDIRENDE DER MEDICIN, PHYSIKATS-CANDIDATEN, SANITÄTS-BEAMTE, ÄRZTE, VERWALTUNGS-BEAMTE

VON

Dr. JOSEF NOWAK,

K. K. PROFESSOR DER HYGIENE AN DER WIENER UNIVERSITÄT.

MIT 201 ABBILDUNGEN.

WIEN 1881.

TOEPLITZ & DEUTICKE

SCHOTTENGASSE 6.

Vorwort.

Mit der Verfassung des vorliegenden Buches entspreche ich einem Wunsche meiner Zuhörer, welche wiederholt an mich das Ansuchen stellten, meine Vorträge zu publiciren. Die Vorlesungen, die ich abhalte, bespreehen die wichtigsten Lehrsätze der Hygiene und demonstriren jene Untersuehungsmethoden, welche bei physikalischen, mikroskopisehen, chemischen und sonstigen Arbeiten der hygienischen Praxis zur Anwendung kommen. Diesem Umfang entspricht auch der Inhalt dieses Buches.

Bei der Bearbeitung des Buches beabsichtigte ich zunächst die wissensehaftlichen Grundlagen der Hygiene übersichtlich und zugleich auch erschöpfend bei klarer, fasslicher und nach didaktischen Grundsätzen geordneter Darstellung abzuhandeln und auf diese Art ein wahres Schulbueh zu schaffen, welches namentlich dem zukünftigen Sanitätsbeamten ein richtiges, allseitiges Verständniss der Hygiene eröffnen soll.

Mein Bestreben ging weiter dahin, das Buch in Bezug auf Auswahl und Vertheilung des Stoffes so zu gestalten, dass es auch den amtirenden Aerzten und Verwaltungsbeamten willkommen sei, indem es ihnen zur Lösung hygienischer Fragen die wissenschaftliehe Basis bezeichnet und bei Ausführung hygienischer Untersuehungen an die Hand geht. Doch fand auch alles das Aufnahme, was in hygieniseher Beziehung für den Medieiner und für den praktischen Arzt von Interesse ist.

Mit Rücksicht auf den erstgenannten Zweck sah ich mich veranlasst, die Methoden der Untersuchung ausführlich und elementar zu beschreiben. Dem Chemiker und Hygieniker von Fach wird deshalb Manches zu breit oder gar überflüssig erscheinen; dagegen erwächst hiedurch den Studirenden und den älteren Sanitätsbeamten, welche zur Zeit, als sie die Hochschule besuchten, keine Gelegenheit hatten, Hygiene zu hören, der Vortheil, dass sie über die wichtigsten hygienischen Doctrinen, welche sonst nur mit Mühe zerstreut in der Literatur zu finden sind, im Zusammenhange und geordneter Naeheinanderfolge sich belehren können. Weiter ermöglicht eine solche Behandlung des Stoffes, dass der Leser auch ohne speeielle fachmännisehe, analytisch-ehemisehe Kenntnisse mit den hygienischen Untersuchungsmethoden vertraut wird und sie selbst ausführen kann. Aus diesem Grunde wurde bei Besprechung chemischer Vorgänge die Benützung chemischer Formeln vermieden.

Für den weiteren Zweck des Buches war es nothwendig, die Auswahl des aufzunehmenden Materials mit Rücksicht auf die Agenden des öffentlichen Sanitätsdienstes zu treffen. Stets habe ich mir hiebei den Standpunkt des Amtsarztes vergegenwärtigt, stets hatte ich das Wirken desselben vor Auge. Mit den Bedürfnissen des österreichischen Sanitätsbeamten genügend vertraut, habe ich aus der Fülle des Erläuterungsmaterials dasjenige eingehender behandelt, was meiner Erfahrung nach in den Wirkungskreis des Sanitätsbeamten fällt und seinem Interesse entspricht.

Ich habe deshalb besonders ausführlich die Hygiene und Untersuchung des Wassers, der Luft und des Bodens besproehen, bei den Infeetionskrankheiten namentlich die Maassregeln zu ihrer Abwehr, Verhütung und Einschränkung angeführt.

Der Wirkungskreis des öffentlichen Hygienikers umfasst auch die Untersuchung und Controle der Nahrungsmittel. Für die exacte Durchführung dieser Arbeiten und zur Aufgabe wissenschaftlich begründeter Gutachten ist nebst der Kenntniss der Prüfungsmethoden auch noch die Kenntniss der Entstehung, der Eigenschaften und der Zusammensetzung der Nahrungs- und Genussmittel im unverfälschten Zustande unumgänglich nöthig. Dementsprechend ist der Abschnitt über Nahrungsmittel gehalten.

Aus gleicher Rücksicht wurde die Gewerbehygiene eingehend und in einem grösseren Umfange bearbeitet, als dies in den meisten übrigen Lehrbüchern der allgemeinen Hygiene der Fall ist; hiebei wurde nicht blos der Standpunkt des Arbeiters berücksichtigt, sondern auch jener des Consumenten, der Nachbarschaft und der Oeffentlichkeit. Gerade die Ausübung der Gewerbesanitätspolizei ist von der einschneidendsten Bedeutung für das öffentliche Interesse. Der Sanitätsbeamte, welcher die Gewerbebetriebe in hygienischer Beziehung zu beurtheilen und zu controliren hat, kann der technologischen Kenntnisse nicht entbehren. Nur wenn der Sanitätsbeamte zugleich auch Technolog ist, wird er bei Concession der Gewerbe-Anlagen ein richtiges Urtheil fällen und bei Aufstellung etwaiger, aus sanitären Rücksichten nothwendigen Betriebsbedingungen die jeweiligen Erfahrungen und Errungenschaften der Industrie mit den hygienischen Forderungen in Einklang bringen können. Aus diesem Grunde wurde bei Besprechung der hygienischen Bedeutung der verschiedenen sanitär bedeutsamen Gewerbe stets eine Darstellung der Technologie des Betriebes vorangeschickt.

Der letzte Abschnitt des Werkes befasst sich mit der Hygiene der Gebäranstalten, der Waisen und Findlinge, der Schulkinder und der Gefangenen. Das Irren- und Armenwesen blieb unbesprochen, weil der erstere Gegenstand gegenwärtig der Psychiatrie, der zweite den socialen Wissenschaften angehört.

Ein Lehrbuch, wie das vorliegende, hat nicht die Aufgabe, Neues zu bieten; wohl aber soll es den neuesten Stand der Forschung darstellen und auf streng wissenschaftlicher Grundlage sich bewegen; diesen Forderungen zu entsprechen, war ich stets bestrebt. Eine gewisse Einschränkung und Reserve war jedoch bezüglich der derzeit noch unklaren, der Erledigung und des weiteren Studiums noch harrenden Fragen der Hygiene geboten. Doch wurde auch bezüglich dieser Themata der gegenwärtigen Anschauungen und Forschungen gedacht und die bahnbrechenden und genialen Arbeiten von Parkes, Pettenkofer, M. Löwy, Nägeli u. A. gewürdigt, jedoch Theorien und Thatsachen, Beobachtung und Schlussfolgerung auseinander gehalten.

Bei Behandlung der Untersuchungsmethoden, bei Beschreibung der Apparate und mikroskopischen Darstellungen und bei einzelnen Textstellen habe ich die Originalarbeiten und Handbücher von Fresenius, Parkes, Pettenkofer, Vogl, Fischer, Wolpert, Wolffhügel, Voit, Fodor, Pappenheim, Eulenberg, Wagner, Layet, Roth und Lex, Ahrens, Degen, Bolley, Hoffmann, Vieth, Kratschmer, Flügge u. A. zu Grunde gelegt. Bei Besprechung der Regelung des Lebensmittelverkaufes habe ich mich zum Theil den Ausführungen des deutschen Nahrungsmittelgesetzes und der Motive zu dem Gesetze angeschlossen. Der Fachmann wird manches Neue und Wissenswerthe finden.

Wenn ich mir auch bewusst bin, redlich gestrebt zu haben, durch eine kritische Schichtung des Materiales, zweckmässige Anordnung und klare, aber doch möglichst concise Darstellung das mir vorgesetzte Ziel zu erreichen, so verhehle ich mir doch nicht, dass noch manche Lücke und mancher Mangel der Arbeit anhaftet. Es würde mich freuen, wenn meine Arbeit als eine nützliche sich erweisen würde.

Der Verfasser.

Uebersicht des Inhalts.

Seite

Einleitung 1
Aufgabe der Hygiene. — Beziehungen der Hygiene zu den Naturwissenschaften. — Die Durchführung hygienischer Grundsätze.

Erster Abschnitt. Wasser.

Erstes Capitel. Die Wanderung und Wandlung des Wassers . . . 6
Bildung des Wassers. — Meteorisches Wasser. — Quellwasser. — Sumpfwasser. — Flusswasser. — Merkmale des Wassers verschiedener Abstammung.

Zweites Capitel. Eigenschaften und Bedeutung des Wassers 15
Eigenschaften, Bedeutung des Wassers. Wasserbedarf.

Drittes Capitel. Qualität eines tadellosen Trinkwassers 22
Klarheit, Farblosigkeit, Luftgehalt des Wassers. — Temperatur des Wassers. — Salz- und Härtegehalt des Wassers. — Organische Substanzen. — Nitrate, Nitrite, Chloride, Sulfate, Ammoniak im Wasser.

Viertes Capitel. Wasserversorgung 35
Regenwasserversorgung. — Quellwasserversorgung. — Brunnenwasserversorgung. — Flusswasserversorgung.

Fünftes Capitel. Reinigung des Wassers 47
Kochen des Wassers. — Die chemische Reinigung. — Die Reinigung durch Destillation. — Die mechanische Reinigung durch Filtration.

Sechstes Capitel. Untersuchung des Wassers 56
Physikalische Untersuchung. — Chemische Untersuchung (Bestimmung der Härte, der festen Bestandtheile, des Kalkes, der Magnesia, der Alkalien, des Chlors, der Schwefelsäure, Kohlensäure, salpetrigen Säure, Salpetersäure, des Ammoniaks und der organischen Substanzen). — Mikroskopische Untersuchung.

Zweiter Abschnitt. Luft.

Erstes Capitel. Zusammensetzung der Luft 93
Der Stickstoff. — Der Sauerstoff. — Bestimmung des Sauerstoffes. — Ozon, Nachweis des Ozons. — Wassergehalt der Luft, Hygrometrie. — Kohlensäure, Kohlensäurebestimmung. — Ammoniak, salpetrige Säure.

Seite

Zweites Capitel. Die verunreinigenden Bestandtheile der atmosphärischen Luft 121
Verunreinigung durch Gase. — Untersuchung der Luft auf Gase aller Art. — Kohlenoxyd. — Leuchtgas. — Luftstaub. Organismen im Luftstaub. — Untersuchung der Luft auf Staub.

Drittes Capitel. Physikalische Verhältnisse der Luft, deren Bedeutung und Bestimmung 139
Bewegung der Luft (Entstehung der Luftbewegung, Ermittlung der Richtung und Geschwindigkeit der Luftströmungen). — Luftdruck (Einfluss des Luftdruckes, Ermittlung des Luftdruckes).

Viertes Capitel. Die Luft bewohnter Räume 146
Ursachen der Luftverderbniss in Wohnräumen. — Ermittlung des Grades der Luftverderbniss durch Verathmung. — Ventilationsbedarf. — Der Luftcubus.

Fünftes Capitel. Ventilation 153
Ventilation. — Natürliche Ventilation — Förderung der natürlichen Ventilation. — Hemmende Momente der natürlichen Ventilation. — Prüfung auf Wandfeuchtigkeit. — Künstliche Ventilation: *a)* mit Hilfe von Temperaturdifferenzen, *b)* durch mechanische Kraft. — Beurtheilung der verschiedenen Ventilationssysteme. — Bestimmung des Ventilationseffectes.

Sechstes Capitel. Die öffentliche Gesundheitspflege in ihrer Fürsorge für gesunde Luft 180
Bauhygiene, Häuserhöhe, Strassenbreite. — Oeffentliche Gebäude.

Dritter Abschnitt. Wärme und Licht.

Erstes Capitel. Allgemeines über Wärme 186
Vertheilung der Wärme. — Temperatur der Luft. — Einfluss verschiedener Temperaturen. — Einfluss eines raschen Temperaturwechsels.

Zweites Capitel. Schutz gegen excessive Temperaturen 195
Die Wohnung, Kleidung als Schutz gegen klimatische Einflüsse. — Untersuchung der Kleiderstoffe.

Drittes Capitel. Heizung 203
Zweck der Heizung. — Brennmaterialien. — Heizanlagen (Kaminheizung, Ofenheizung, Centralluftheizung, Wasserheizung, Dampfheizung).

Viertes Capitel. Abkühlung 231
Abkühlung der Ventilationsluft. — Bäder.

Fünftes Capitel. Licht 234
Sonnenlicht. — Die öffentliche Gesundheitspflege in ihrer Fürsorge für genügendes Licht. — Künstliche Beleuchtung. — Photometrie.

Vierter Abschnitt. Boden.

Erstes Capitel. Hygienisch wichtige Eigenschaften des Bodens . . . 247
Der gewachsene und der Füllboden. — Configuration und geognostische Beschaffenheit des Bodens. — Culturboden. — Uebersättigung des Bodens. — Beziehungen des Bodens zu miasmatisch-contagiösen Krankheiten. — Beziehungen des Bodens zur Malaria. — Beziehungen des Bodens zur Tuberculose.

Zweites Capitel. Hygienische Untersuchung des Bodens 264
Beurtheilung der Configuration, Vegetation und geognostischen Beschaffenheit des Bodens. — Bestimmung des Porenvolums des Bodens. — Untersuchung der Bodenfeuchtigkeit und des Grundwassers. — Untersuchung der Gase im Boden. — Untersuchung der Bodentemperatur. — Chemische Untersuchung des Bodens.

Seite

Drittes Capitel. Die öffentliche Gesundheitspflege in ihrer Fürsorge für einen gesunden Boden 279
Feuchter Boden. — Entwässerungsanlagen. — Reinhaltung des Bodens.
Viertes Capitel. Beseitigung der Abfallstoffe 284
Senkgruben. — Liernur'sches System. — Tonnensystem. — Das Trockenerdesystem nach Moule. — Canalsystem.
Fünftes Capitel. Die Leichenbestattung 311
Fäulniss und Verwesung. — Die Leichenzersetzung im Grabe. — Hygienische Anforderungen an Begräbnissplätze. — Leichenverbrennung. — Leichenschau, Leichenhallen.

Fünfter Abschnitt. Nahrung.

Erstes Capitel. Allgemeines über Ernährung 329
Zweck der Nahrung. — Physiologische Bedeutung der Nahrungsstoffe. — Nahrungsbedürfniss. — Ernährungsweise. — Oeffentliche Maassregeln in Bezug auf Nahrungs- und Genussmittel. — Küchenwesen und Essgeschirre.
Zweites Capitel. Animalische Nahrungsmittel, Fleisch 343
Physiologische Bedeutung des Fleisches. — Versorgung mit Fleisch. — Qualität des Fleisches. Gattung, Race und Lebensweise der Schlachtthiere. — Alter und Geschlecht der Schlachtthiere. — Ernährungszustand der Schlachtthiere. — Der Gesundheitszustand der Schlachtthiere. — Entozoen (die Finnen, die Trichinen). — Die Art der Schlachtung. — Zubereitung des Fleisches. — Conservirung des Fleisches. — Controle des Fleischmarktes.
Drittes Capitel. Milch 369
Qualität der Milch. — Eigenschaften der Milch. — Milchconservirung. — Milchcontrole. — Chemische Untersuchung der Milch auf ihre wesentlichsten Bestandtheile. — Fälschung der Milch. — Marktpolizeiliche Prüfung der Milch auf stattgefundene Fälschung (Bestimmung des specifischen Gewichtes der Milch. Fettbestimmung mittels des Cremometers, des Lactoskops von Feser und des Lactobutyrometers von Marchand und Salleron).
Viertes Capitel. Butter, Käse, Thierfette, Eier 393
Butter. — Eigenschaften und Zusammensetzung der Butter. — Aufbewahrung und Conservirung der Butter. — Untersuchung der Butter. — Kunstbutter. — Käse. — Animalische Fette. — Eier.
Fünftes Capitel. Vegetabilische Nahrungsmittel. Getreide 403
Bau der Getreidefrüchte. — Schädliche Beschaffenheit und Verderbniss des Getreides. — Krankheiten des Getreides. — Feinde des Getreides. — Verunreinigungen des Getreides. — Oelen des Getreides. — Aufbewahrung des Getreides. — Mehl. — Aufbewahrung des Mehles. — Untersuchung des Mehles auf Verderbniss, Backfähigkeit, Fälschung mit mineralischen Zusätzen. — Fälschung des Mehles durch Beimengung billiger Mehlsorten oder Mehl von Unkrautsamen. Untersuchung auf Mutterkorn und Lolium. — Brot, Brotfehler, Conservirung des Brotes, Untersuchung des Brotes. — Hülsenfrüchte.
Sechstes Capitel. Zucker und Syrup 435
Zucker, Syrup, Honig, Conditoreiwaaren.
Siebentes Capitel. Kartoffeln, Gemüse, Obst, Pflanzenfette, Schwämme, Kochsalz 440
Kartoffeln, Untersuchung der Kartoffeln. — Gemüse- und Obstconservirung. — Pflanzenfett. — Schwämme (Pilze). — Kochsalz.

Seite
Achtes Capitel. Genussmittel 448
Bedeutung, Wirkung der Genussmittel. — Missbrauch der Alkoholica.
Neuntes Capitel. Die alkaloidhaltigen Genussmittel 451
Kaffee, Zubereitung, Wirkung des Kaffees. — Verunreinigungen und Fälschungen des Kaffees, ihr Nachweis. — Kaffeesurrogate. — Thee, Untersuchung des Thees. — Caeao, Untersuchung des Caeao und der Chocolade. — Tabak.
Zehntes Capitel. Gewürze 464
Pfeffer. — Piment. — Spanischer Pfeffer. — Zimmt. — Muskatnuss. — Nelken. — Anis. — Fenchel. — Kümmel. — Ingwer. — Safran. — Vanille. — Senf.
Eilftes Capitel. Die alkoholischen Genussmittel. Bier 475
Bier. — Bier-Erzeugung, Bestandtheile des Bieres. — Hygienische Bedeutung des Bieres. — Surrogate der Bier-Erzeugung. Ausschank des Bieres. — Beurtheilung und Untersuchung des Bieres (Vorprüfung, Ermittlung des Alkohol- und Extractgehaltes, fremder Bestandtheile).
Zwölftes Capitel. Wein 495
Weingewinnung. — Weingährung. — Farbe des Weines. — Geruch und Geschmack des Weines. — Wein-Extract. — Lagerung des Weines. — Klären, Schönen, Schwefeln des Weines. — Gallisirte, chaptalisirte, petiotisirte Weine. — Aromatisiren, Conserviren und Färben des Weines. — Untersuchung des Weines (Bestimmung der Alkohol- und Extractmenge, des Säuregehaltes, des Zuckers. Untersuchung gallisirter Weine. Untersuchung auf Obstweine. Untersuchung auf Weinsäure und weinsaure Salze. Nachweis der schwefligen Säure. Nachweis fremder Farbstoffe).
Dreizehntes Capitel. Branntwein, Essig 517
Branntwein-Erzeugung. — Gesundheitliche Bedeutung des Branntweines. — Untersuchung des Branntweines. — Essig, die Essigsorten. Untersuchung des Essigs.

Sechster Abschnitt. Die Infectionskrankheiten.

Erstes Capitel. Theorie der Infectionskrankheiten 522
Pilztheorie, Eintheilungsprincip der Infectionskrankheiten.
Zweites Capitel. Schutzmaassregeln gegen ansteckende Krankheiten . 532
Allgemeine Maassregeln gegen Epidemien. — Anzeigepflicht der Aerzte. — Beschränkung des Verkehres (Quarantainen). — Epidemie-Commissionen.
Drittes Capitel. Desinfection 539
Desinfectionsobjecte. — Desinfectionsmittel. — Desinfectionsverfahren.
Viertes Capitel. Verminderung der individuellen Disposition 553
Disposition. — Impfung. — Prophylaktische Maassregeln in Bezug auf Syphilis.
Fünftes Capitel. Von den Thieren auf den Menschen übertragene Krankheiten 563
Die Wuthkrankheit. — Milzbrand. — Rotz.

Siebenter Abschnitt. Gewerbehygiene.

Erstes Capitel. Einleitende Bemerkungen 570
Gesetzliche Bestimmungen. — Fabriks-Inspectoren. — Allgemeine Gesichtspunkte bei Beurtheilung der Gewerbebetriebe.

Seite

Zweites Capitel. Allgemeine Arbeiterhygiene 576
Arbeitsraum. — Beschäftigungsweise. — Arbeitszeit. — Frauen- und Kinderarbeit. — Gefährdung der Arbeiter durch Staub. — Traumatische Verletzungen. — Die Arbeiter ausserhalb der Fabrik.

Drittes Capitel. Montan-Industrie 586
Bergbau. — Die hüttenmännische Verarbeitung der Erze (Aufbereitung, Verhüttung).

Viertes Capitel. Verarbeitung der Rohmetalle 598
Schlosser-, Schmiede-, Gusswaaren u. s. w. — Das Ueberziehen der Metalle mit Bronze, Gold, Silber, Zink, Zinn, Nickel, Kobalt.

Fünftes Capitel. Darstellung und Verarbeitung sanitär bedeutsamer Metallpräparate 604
Blei. — Kupfer. — Arsen. — Antimon. — Quecksilber. — Zink. — Eisen. — Nickel. — Kobalt und Aluminium.

Sechstes Capitel. Die Thon- und Glas-Industrie, Kalkbrennereien und Cementfabriken 626
Thon-Industrie. — Ziegelfabrication. — Töpferwaaren-Erzeugung. — Steinzeugfabrication. — Kalk-, Cement-, Gyps- und Glasfabrication.

Siebentes Capitel. Die chemische Gross-Industrie 636
Kochsalzgewinnung. — Sodafabrication. — Ammoniak-Industrie. — Chlor-Industrie. — Chlorbleiche. — Brom- und Jod-Industrie. — Schwefel-Industrie. — Schwefelsäurefabrication. — Schwefelkohlenstoff. — Schwefelwasserstoff. — Salpetersäure.

Achtes Capitel. Verwerthung und Verarbeitung der Kohle 670
Verwendung der Kohle als Heizmaterial. — Verwendung der Kohle als Farbe: Russ. — Leuchtgasfabrication.

Neuntes Capitel. Theer-Industrie 682
Theergewinnung. — Petroleumraffinerie. — Benzol- und Nitrobenzoldarstellung. — Anilinöl. — Anilinfarbenfabriken. — Carbolsäurefabriken. — Rosolsäuredarstellung. — Pikrinsäure. — Naphthalin- und Anthracenfarben.

Zehntes Capitel. Textil-Industrie 695
Die Flachs- und Hanfrotte. — Reinigung der Baumwolle. — Haspeln der Seide. — Wollwäschereien. — Spinnereien und Webereien. — Färben und Drucken.

Eilftes Capitel. Papierfabrication 703
Rohstoffe zur Papier-Erzeugung. — Papierfabrication.

Zwölftes Capitel. Oel- und Firniss-Industrie 707
Oel-Industrie. — Firnisse. — Kautschuk-Industrie.

Dreizehntes Capitel. Industrielle Verarbeitung landwirthschaftlicher Producte 712
Zuckerfabrication. Verarbeitung der Melasse. — Branntweinbrennereien und Spiritusraffinerien. — Stärkefabriken. — Brauereien.

Vierzehntes Capitel. Industrielle Verwerthung der Thierstoffe . . . 723
Schlachthäuser. — Abdeckereien. — Knochen-Industrie. — Knochensiedereien. — Knochenleim. — Knochendünger. — Knochenkohle. — Phosphor-Industrie. — Gerberei. — Verarbeitung der Thierhaare. — Verwendung der Federn. — Reinigung der Hörner und Hufe. — Verwendung der Därme. — Leimfabrication. — Talgschmelze. — Seifenfabriken. — Stearinfabriken. — Glyceringewinnung.

Seite

Fünfzehntes Capitel. Explosive Körper 755
Schiesspulver. — Schiessbaumwolle. — Nitroglycerin und Dynamit. — Knallsilber und Knallqueeksilber.

Achter Abschnitt. Die hygienisch wichtigsten Lebensverhältnisse.

Erstes Capitel. Die Ehe und die Nachkommenschaft 765
Ehe. — Die Schwangern und Gebärenden. — Die Findlinge.

Zweites Capitel. Das Schulkind 772
Schulkrankheiten. — Myopie. — Skoliosis. — Die Schulbank. — Das Licht in der Schule. — Innere Einrichtung des Schulhauses. — Pflege der Gesundheit in der Schule.

Drittes Capitel. Die Kranken 784
Die Morbilität und Mortalität in den Krankenhäusern. — Grundsätze bei Errichtung und beim Betrieb des Krankenhauses.

Viertes Capitel. Die Gefangenen 790
Gefängnisskrankheiten. — Haftsystem. — Einrichtung der Gefängnisse. — Gefangenenkost.

EINLEITUNG.

Zu des Menschen höchsten Gütern zählt seine Gesundheit; dieselbe sich zu erhalten und zu stärken liegt zunächst im Interesse eines jeden Einzelnen, denn der Trieb der Selbsterhaltung, der Drang, zu leben, das Bestreben, sein Dasein möglichst angenehm zu gestalten, fordert das. Für den Armen ist Gesundheit das Mittel zum Erwerb, für den Besitzenden die Bedingung zum Genuss des Besitzes.

Indem jeder Einzelne für seine Gesundheit sorgt, wirkt er dadurch auch für das Wohl der Gesammtheit. Denn nur allzu leicht wird das krank gewordene Glied der Gesellschaft eine Gefahr für die Uebrigen. Was auf die Gesundheit der Einzelnen wirkt, tritt als Summe hervor und wird dann als Massenwirkung deutlich wahrgenommen. Jeder Einzelne hat deshalb sich selbst und dem Mitmenschen gegenüber die Pflicht, Alles fernzuhalten, was sein und seines Mitmenschen leibliches Wohl schädigen könnte.

Andererseits muss es auch Aufgabe der Gesammtheit, der öffentlichen Verwaltung, des Staates sein, für das Gesundheitswohl aller und jedes einzelnen seiner Angehörigen stets Fürsorge zu üben. Dieser Pflicht kann sich kein Staat entschlagen, denn einmal ist es der eigentliche Zweck des Staates, die Wohlfahrt aller seiner Angehörigen, für welche die Gesundheit ein wesentlicher Factor ist, zu fördern, dann aber liegt in der Gesundheit der Staatsbürger allein die Möglichkeit, dass der Einzelne arbeits- und leistungsfähig sei und dadurch eine den Staatszweck fördernde Thätigkeit entwickeln könne. Die Grösse und Macht eines jeden Staates hängt in erster Reihe von der physischen Entwicklung seiner Bewohner ab, Alles, was zur Verbesserung des Gesundheitszustandes des Volkes geschieht, wird auch zur Grundlage der Grösse und des Glanzes der Nation.

Der Staat und der Einzelne wird aber nur dann in erfolgreicher Weise die Gesundheit überwachen, schützen und fördern können, wenn er betreffs aller jener Verhältnisse, welche für die Gesundheit von Einfluss sind, über ein ausreichendes Wissen verfügt. Hauptsächlich wird es hiebei nöthig sein, alle jene Momente, welche Störungen der Gesundheit bedingen, und alle jene Mittel, durch welche diese störenden Einflüsse verhütet oder in ihrer schädlichen Wirksamkeit abgeschwächt werden, genau zu kennen.

Nach diesen beiden Richtungen Aufschluss zu geben, ist vor allem die Naturwissenschaft berufen. Besonders sind es die Physiologie, Chemie und Physik, deren Lehren, Gesetze und Nutzanwendungen für eine richtige Erkenntniss der für die Pflege der Gesundheit belangreichen Verhältnisse absolut unentbehrlich sind.

Es gibt aber wohl keinen Zweig der Naturwissenschaft, dem man nicht in gesundheitlicher Beziehung interessante Gesichtspunkte abgewinnen könnte. Darum lässt sich die Hygiene als eine Wissenschaft definiren, welche das gesammte Gebiet der Naturwissenschaft, ja unser ganzes Wissen auf die Fragen des Lebens und der Gesundheit anwendet.

Es wäre unrecht, der Hygiene, weil sie eine mannigfaltige Thätigkeit zu äussern hat und hiezu in verschiedene Gebiete einschlagende Kenntnisse benöthigt, das Recht vorenthalten zu wollen, unter die in sich abgeschlossenen, selbständigen Wissenschaften eingereiht zu werden. Sie studirt die Beziehungen aller der Zeit und dem Raume nach uns umgebenden Verhältnisse zu unserer Gesundheit und sucht nach Mitteln, etwaige, unsere Gesundheit störende Einflüsse ferne zu halten oder unschädlich zu machen. Sie ist demnach nicht, wie das noch immer so häufig auszusprechen beliebt wird, ein Theil der Physiologie oder ein buntes Allerlei verschiedener wissenschaftlicher Doctrinen. Die Physiologie beschäftigt sich vorwiegend mit dem Studium der Vorgänge im Organismus, sie sucht zu erforschen, welche Folgen verschiedene äussere Einflüsse auf den Mechanismus, Chemismus und überhaupt auf den Zustand des menschlichen Körpers hervorrufen, die Hygiene dagegen benützt nur diese Kenntnisse, um mit Hilfe derselben, sowie anderer wissenschaftlicher Zweige und unter Berücksichtigung aller sonstigen massgebenden Factoren auch Rathschläge und Mittel anzugeben, durch welche etwaige schädliche Potenzen beseitigt, unschädlich oder wenigstens weniger gefährlich gestaltet werden können.

Die Hygiene hat deshalb Gebiete zu bearbeiten und Fragen zu erörtern, durch welche ganz bestimmte Ziele erreicht werden sollen, —

Ziele, welche als Hauptzweck weder die Physiologie noch die Chemie, Physik oder sonst eine andere Wissenschaft verfolgt.

Das Material, das eine vollständige Hygiene zu bearbeiten hätte, erscheint übergross. Es müsste all unser Wissen in zusammenhängende wissenschaftliche Form gebracht und auf die Erhaltung und Stärkung der Gesundheit angewendet werden. Die Grösse dieser Aufgabe spottet geradezu jedem Versuche der Bewältigung.

Wollen wir den festen Boden erreichbarer Ziele aufsuchen, so werden wir bei der Wahl des Stoffes, den die Hygiene gegenwärtig zu bearbeiten hat, mit Rücksicht auf die Wirklichkeit, wie die hygienischen Fragen an uns herantreten, vorgehen müssen. Wir werden hiebei hauptsächlich das praktische Bedürfniss zu berücksichtigen haben.

Thatsächlich waren es stets die Ereignisse der Zeit, die jeweiligen Verhältnisse, welche die Richtung bestimmten, nach welcher hin sich die hygienische Forschung und Thätigkeit entwickelte.

Im vierten Decennium dieses Jahrhunderts waren es zwei mächtige Einflüsse, welche einerseits ein lebhaftes und reges Interesse für die Gesundheitspflege überhaupt hervorriefen, andererseits auch die Richtung bestimmten, welche die moderne Hygiene genommen hat.

Das erste Moment dieser Art war das rasche Heranwachsen der Bevölkerung dichtbewohnter, industrieller Städte mit all den Uebelständen, die sich daran knüpfen, als Verpestung der Gassen, Höfe und Plätze, Verunreinigung des Bodens und der Wasserläufe, die übergrosse Sterblichkeit einzelner, namentlich der wenig bemittelten Bevölkerungsclassen u. s. w.

Zweitens veranlasste ein regeres Interesse für das öffentliche Gesundheitswesen die Mächtigkeit, mit der im Jahre 1831 die Cholera über Europa hereinbrach, unter deren Schreckensherrschaft sich alle Staaten zu gemeinsamem Forschen nach Abhilfe veranlasst sahen*). Da erkannte man sehr bald, dass die asiatische Geissel besonders solche Orte heimsucht, welche übervölkert, mangelhaft ventilirt und drainirt waren, oder welche an den Ufern stark verunreinigender Wasserläufe lagen, — während hoch und offen gelegene, trockene Stadttheile davon verschont blieben. Damit war der Anstoss gegeben zu weiter gehenden Nachforschungen über die sonstigen Folgen der Luft-, Wasser- und Bodenverderbniss und über die Ursachen der übergrossen Sterblichkeit in den Arbeiterclassen u. s. w.

*) Finklenburg, die öffentliche Gesundheitspflege Englands. Bonn, 1874.

Die damals begonnenen Untersuchungen wurden in fortwährender Anregung erhalten, durch die fortlaufenden Ergebnisse der statistischen Arbeiten, welche ganz überraschende Resultate lieferten und eine bis dahin nie geahnte Reichhaltigkeit von Aufschlüssen über den Zusammenhang gewisser äusserer Einflüsse mit dem Gesundheitszustand der Bevölkerung eröffneten, so dass die Statistik, diese scheinbar trockenste und abstracteste aller Wissenschaften, anfing, ein populäres und fast belletristisches Interesse zu gewinnen.

Man erkannte immer mehr, dass die erfolgreiche Fürsorge für die allgemeinen Lebensbedingungen, für hinreichendes Licht, gute Luft, reines Wasser und unverfälschte Nahrungsmittel die Wohlfahrt eines Volkes am besten begründe.

Nun trat noch ein drittes Moment hinzu, welches die Art der Gestaltung der Hygiene beeinflusste. Die Medicin wurde immer mehr auf den Standpunkt gedrängt, dass für sie nicht nur die Heilung, sondern auch die Verhütung von Krankheiten zu vindiciren sei.

Immer mehr erkannte man, dass es ein Wahn ist, zu glauben, es liege das Heil der leidenden Menschheit hauptsächlich in den aufgespeicherten Stoffen der Apotheke; immer mehr musste man einsehen, dass die ärztliche Kunst nur in der Beobachtung des natürlichen Verlaufes der Krankheiten, in der Entfernung alles Schädlichen und in der beschränktesten Anwendung der einfachsten, die Heilkraft des Körpers unterstützenden Heilmittel bestehen müsse, soll die ärztliche Thätigkeit glückliche Resultate erzielen, das Siechthum der Menschen, die Sterblichkeit bessern.

Diese Gesichtspunkte bezeichnen klar die Aufgaben, an deren Verwirklichung die gegenwärtige Hygiene durch Theorie und Praxis zu arbeiten hat.

Die Hygiene kommt einerseits als Lehrgegenstand in Betracht, andererseits als ein wissenschaftliches Fach, das praktisch verwerthet werden soll.

Die Aufgabe der Hygiene (Gesundheitslehre) als Lehrgegenstand wird nach dem oben Erörterten vor Allem darin bestehen, die gesundheitlich wichtige Bedeutung der allgemeinen und unabweislichen Lebenssubstrate: des Lichtes, der Luft, der Wärme, der Nahrungsmittel, des Wassers und des Bodens zu präcisiren und auf die Verhältnisse, wie sie im Leben bei den gegenwärtigen socialen Einrichtungen vorkommen, behufs Förderung der leiblichen Wohlfahrt anzuwenden; weiter ist die Hygiene berufen, alle sonstigen krankmachenden Verhältnisse zu erforschen und jene Gesichtspunkte

aufzustellen und zu beleuchten, welche zur Vermeidung, Beseitigung oder Unschädlichmachung dieser schädigenden Einflüsse in Geltung zu kommen haben.

Die thatsächliche Durchführung hygienischer Lehren verlangt die verschiedensten Institutionen und Organe.

So weit die Satzungen der Gesundheitslehre das persönliche Verhalten regeln sollen, obliegt deren Durchführung dem Einzelnen. Nicht Jeder besitzt aber ein richtiges und genügendes Verständniss über das, was in gesundheitlicher Beziehung von seiner Seite zu thun ist. Wer als Laie mit Rechtsangelegenheiten zu thun hat, sucht Rath beim Rechtsgelehrten bezüglich seines Vorgehens; in Gesundheitsfragen wäre der Arzt der berufenste Rathgeber, wenn er auch stets ein Hygieniker wäre, was gegenwärtig leider nicht immer der Fall ist.

Wo die Durchführung der hygienischen Grundsätze nur durch die Autorität oder die Mittel des Gemeinwesens erzielbar ist, wo es sich bei Gesundheitsfragen um das leibliche Wohl vom Staate völlig abhängiger Personen (Soldaten, Gefangene u. s. w.) oder um das Interesse verschiedener Parteien (Arbeiter und Arbeitsgeber), überhaupt um allgemeine, die Oeffentlichkeit berührende Angelegenheiten handelt, hat die öffentliche Verwaltung einzutreten. Um ihre Aufgabe richtig zu lösen, bedarf sie sachverständiger Organe, Hygieniker. Die verschiedenen Zweige der Medicinalverwaltung und der Medicinalpolizei, die Regelung der in sanitärer Beziehung bedeutsamen Gewerbe, die Ueberwachung der Schulen, öffentlichen Einrichtungen, der Irrenhäuser, Gefangenanstalten, die Controle des Nahrungsmittelmarktes, die Durchführung der Massregeln gegen ansteckende Krankheiten oder sonstige gesundheitsschädliche Potenzen u. s. w. erfordern Geschäfte, deren richtige Verwaltung und Ausführung nur solche Personen besorgen können, die durch Studium und Uebung sich die hiezu nöthigen fachtechnischen, d. i. hygienischen Kenntnisse erworben haben.

Die Grundlage des hygienischen Wissens bildet die Kenntniss der Beziehungen der allgemeinen Lebenssubstrate (der Luft, des Wassers, des Bodens, der Nahrung) zur Gesundheit. Diese zu erörtern ist die Aufgabe des Nachfolgenden.

ERSTER ABSCHNITT.

Wasser.

Erstes Capitel.

Die Wanderung und Wandlung des Wassers.

Bildung des Wassers.

Seitdem unsere Erdkugel aus dem ursprünglich feurig-flüssigen durch stetige Abkühlung in den gegenwärtigen Zustand übergegangen ist, konnte das Wasser, ursprünglich in Dampfform vorhanden, auf der festen und kühlen Kruste unseres Planeten sich niederschlagen und sich in flüssiger Form an einzelnen Stellen der Erdoberfläche sammeln.

Von den mächtigen Wasseroberflächen, sowie durch den thierischen und pflanzlichen Stoffwechsel erheben sich fort und fort gewaltige Wasserdunstmassen in die Atmosphäre, welche, dem herrschenden Drucke und der Temperatur, sowie den Windströmungen folgend, bald hier, bald da in grösserer Menge sich anhäufen, bis sie wieder durch geeignete Verhältnisse zur Condensation gelangen, aus dem dampfförmigen in den tropfbar-flüssigen oder auch festen Aggregatzustand verwandelt werden und solchergestalt wieder als schwere Massen herunterfallen.

Die Summe aller dieser Vorgänge stellt nichts Anderes dar, als einen grossartigen ununterbrochenen Destillationsprocess mit der Einrichtung, dass die Producte derselben wieder in die Behälter zurücksinken, aus denen sie sich in Dampfform erhoben hatten. Diese fortwährenden Wanderungen und Wandlungen des Wassers im grossen Haushalte der Natur sind die Ursachen der gewaltigsten Phänomene in derselben.*)

*) Kratschmer. Eine leicht ausführbare Methode zur Untersuchung des Wassers. Wien, 1876. S. 56.

Meteorisches Wasser.

Der in die höheren Luftschichten durch Verdunstung aufgestiegene Wasserdampf gelangt meist dadurch zur Condensation, dass die ihn enthaltende Luftmenge beim Sonnenuntergang oder durch einen kalten Wind unter ihren Thaupunkt abgekühlt wird. Es muss in Folge dessen eine entsprechende Wassermenge in kleinen Tröpfchen sich ausscheiden, wodurch Wolken, Nebel entstehen.

Diese Tropfen sinken vermöge ihrer Schwere in tiefere Luftschichten. Sind diese verhältnissmässig warm und trocken genug, so verdunsten die bereits gebildeten Tröpfchen wieder zu Wasserdampf; sind sie es nicht, so fallen die Tropfen als Regen, Schnee, Hagel auf die Erde.

In den Luftschichten, innerhalb welcher die Condensation stattfand und durch welche das condensirte Wasser hindurchfiel, sind theils gasförmige, theils feste Substanzen enthalten, welche von den Wassertropfen oder Schneeflocken theils gelöst, theils mechanisch mitgerissen werden, wodurch die zur Erde hinabgelangten Meteorwässer mit jenen Stoffen beladen ankommen, welche sie aus den verschiedenen Luftschichten, die sie durchwandern mussten, aufgenommen hatten. Zu diesen Substanzen gehören vornehmlich der Sauerstoff und Stickstoff der Atmosphäre, Kohlensäure, Wasserstoff, Ammoniak und salpetrige Säure und jene unendliche Menge theils flüchtiger, theils fester Stoffe, die namentlich an der der Erdoberfläche zunächst gelegenen Zone der Atmosphäre in feinster Vertheilung als sogenannter Staub hin- und herwogt, welcher nach der Bevölkerung und dem, was sie treibt, nach der herrschenden Vegetation u. s. w. die verschiedenartigste, im Allgemeinen gar nicht näher zu bezeichnende Beschaffenheit besitzt.

Es ist klar, dass nur die ersten Antheile eines ausgiebigen Regens oder Schnees mit diesen Substanzen reich geschwängert an die Erdoberfläche kommen müssen, während die späteren, welche durch schon gewaschene und gereinigte Luftmassen gehen, der Erde in nahezu chemischer Reinheit zufallen.

Ebenso ist es begreiflich, dass die Beschaffenheit des Regenwassers, die Art und Grösse seines Gehaltes nach der Gegend verschieden sein muss, in der es gesammelt wird. Ein Land, das dicht bevölkert und industriereich eine ungeheure Menge von excrementiellem Staub und eben solchen Effluvien, von Rauchpartikelchen und den Producten animalischen, pflanzlichen und gewerblichen Lebens in die Atmosphäre sendet, erhält beim ersten Regenguss ein Meteorwasser, das die Verunreinigungen seines Luftkreises enthält und demnach nicht jene Reinheit zeigen kann, wie das Regenwasser, das auf den Ocean oder auf unbewohnte Gefilde fällt.

Das Regenwasser ist deshalb nicht unter allen Umständen als ein reines und gesundheitlich gutes Wasser anzusehen. Es enthält zwar immer die kleinste Menge feuerbeständiger Bestandtheile, keineswegs aber die kleinste Menge von den am meisten zu fürchtenden Verunreinigungen, nämlich von organischen Substanzen.

Der Luftgehalt des Regenwassers beträgt etwa 25 C. C. per Liter mit 32—34% Sauerstoff, 60—64% Stickstoff, 3—6% Kohlensäure. Ausserdem sind Ammoniakverbindungen, schweflige Säure, Schwefelsäure, kleine Mengen von Salpetersäure und salpetriger Säure, stickstoffhältige organische Verbindungen und geringe Mengen fester Stoffe: Kochsalz (namentlich bei seewärts kommenden Regen), Kalksalze, Eisen und Kohle die häufigsten im Regenwasser vorfindlichen Bestandtheile.

Quellwasser.

Von dem auf die Erdoberfläche herabfallenden Meteorwasser wird das meiste durch Verdunstung der Atmosphäre wieder zugeführt. Die Elbe z. B., welche sämmtliche Flüsse Böhmens aufnimmt, führt nur etwa ein Viertel der gesammten Niederschläge ab, während innerhalb Böhmens drei Viertel der Meteorwässer durch Verdunstung, Versickerung ohne Quellenabfluss u. s. w. verloren gehen.

Das nicht verdunstete Wasser dringt zum grössten Theil in den Boden zur nächsten undurchlässigen Schicht, auf der es, dem Gesetze der Schwere folgend, weiterfliesst, bis es schliesslich durch Brunnen künstlich gehoben wird oder als Quelle zu Tage tritt, um mit dem oberflächlich abfliessenden Meteorwasser in Bächen und Flüssen dem Meere zugeführt zu werden.

Mit dem Eindringen des Meteorwassers in den Boden beginnt eine Reihe neuer Vorgänge und Umwandlungen in dem Gehalte des aufgefallenen Regenwassers an verschiedenen Stoffen. Dasselbe löst aus dem Boden zunächst Alles, was es zu lösen vermag, und lässt in demselben zurück, was es zurücklassen muss.

An der Oberfläche der Erdkruste kommt das Wasser mit mannigfachen Auswurfsstoffen und Endproducten thierischen und pflanzlichen Stoffwechsels, im Innern des Bodens mit den löslich gewordenen Verwitterungserzeugnissen der Gesteine und anderen Bodenbestandtheilen in Berührung; das Wasser nimmt sie auf und führt sie in tiefere Schichten und nun findet ein fortwährender Austausch, eine stetige Abgabe und Wiederaufnahme statt, bis zu dem Momente, in welchem das Wasser wieder zu Tage tritt.

Es ist eine eigenthümliche Einrichtung der Natur, dass die Bodenschichten, innerhalb deren sich die Zufuhrsorgane des pflanzlichen Stoffwechsels ausbreiten, alle jene Substanzen mit grosser Gewalt an sich ziehen, welche der werdenden und wachsenden Pflanze Zuwachs verleihen, wodurch zugleich wieder Stoffe weggesogen werden, welche dem thierischen Organismus werthlos, ja schädlich sein könnten. Die Ammonverbindungen, die Phosphorsäure, die Kalisalze des durchsickernden Wassers werden von der Ackererde zurückgehalten und das Wasser, von diesen Verbindungen, die es an der Erdoberfläche vermöge seiner Lösungskraft aufnehmen musste, befreit, nimmt dafür grosse Mengen von Kohlensäure auf, welche als Verwesungsproducte aus dem Sauerstoff des Meteor-

wassers und dem Kohlenstoff der im Boden befindlichen Pflanzenreste entstanden ist. Der im Meteorwasser enthaltene, aus der Atmosphäre stammende Sauerstoff ist es, der zur Oxydation der organischen Stoffe des Bodens verwendet wird und die Bildung des Humus und weiter jene der Kohlensäure veranlasst.

Der Kohlensäuregehalt des Wassers ist aber eine Hauptbedingung zur Auflösung der mineralischen Bestandtheile des Bodens. Das kohlensaurehältige Wasser sehliesst die Gesteine auf und bringt Salze zur Lösung, die von reinem Wasser nieht aufgenommen werden könnten. So werden namentlich kohlensaure Erde, aueh kohlensaures Eisenoxydul und Manganoxydul als leichtlösliche doppeltkohlensaure Salze aufgenommen. Selbst die Silikate der Alkalien und Erden, welehe in der Form von Thon und Feldspath theils für sich, theils als Gemengbestaudtheil im Boden überall verbreitet sind, erfahren trotz der Widerstandsfähigkeit, die sie sonst den eingreifendsten Reagentien darbieten, unter der Einwirkung des kohlensäurehältigen Wassers tiefgreifende Umsetzungen, dureh welche Alkalien und Kieselerde, wenn auch in sehr geringer Menge, in lösliche Form übergeführt werden.

So nimmt denn das Wasser aus jeder Erdsehiehte, die es durchdringt, das Lösliche auf. Bei dem Durchsiekern des Wassers findet aber nicht blos ein ununterbrochener Lösungs-, sondern auch ein Ausscheidungsprocess statt. Das Wasser tauscht, ehemisehen Gesetzen folgend, einzelne seiner Bestandtheile in Berührung mit neuen Bodensubstanzen aus, so z. B. verliert das Wasser, über Anthracit-Boden gleitend, von seinem Kalkgehalt und nimmt dafür sehwefelsaures Salz auf. Indem also das Wasser neue Bestandtheile aufnimmt, gibt es bereits besessene wieder ab und die chemische Zusammensetzung des zu Tage tretenden Wassers ist dann das Resultat der Aufnahme und Abgabe, welche wieder von der Natur des Bodens und der Zeitdauer, innerhalb welcher das Wasser damit in Berührung war, bedingt wird.

Der vielfache Wechsel der örtlichen Bodenbeschaffenheit und deren verschiedene physikalisehe und ehemisehe Einwirkung auf das Wasser sind die Ursachen, dass das nach seiner Wanderung durch den Boden zu Tage kommende Wasser eine so überaus variable Besehaffenheit zeigt.

Je nach der Art und Weise, wie das aus der Atmosphäre in den Boden gedrungene Wasser aus diesem wieder zu Tage tritt, unterscheidet man Quell- und Brunnenwasser. Die Quelle entsteht, indem das innerhalb des Erdbodens über einer für Wasser undurchgänglichen Sehicht angesammelte Wasser sich selbst einen natürlichen Durchbruch schafft. Der Brunnen dagegen ist ein Schacht, der von der Erdoberfläehe bis zur wasserführenden Bodenschicht reieht.

Im Allgemeinen kann man wohl sagen, dass jedes aus dem Boden stammende Wasser den Charakter der Bodenschichten

an sich tragen muss, durch die es seinen Lauf genommen hat und dass daher die verschiedenen Quell- oder Brunnenwässer in ihrer Zusammensetzung sehr variiren werden.

Thatsächlich hängt die Menge und das Verhältniss der mineralischen Bestandtheile des Wassers wesentlich von der chemischen Zusammensetzung der Bodenformation ab. Nach Reichardt enthalten im Mittel per 100.000 Theile reines Quellwasser

	Abdampfrückstand	Organische Substanz	Salpetersäure	Chlor	Schwefelsäure	Kalk	Thonerde	Härte
Granitformation . .	2·44	1·57	0	0·33	0·37	0·97	0·25	1·27
Bunter Sandstein .	12·5—22·5	1·38	0·98	0·42	0·88	7·30	4·80	13·96
Muschelkalk . . .	32·50	0·90	0·021	0·37	1·37	12·9	2·90	16·95
Dolomit	41·80	0·53	0·23	Spur	2·10	14·0	6·50	23·1
Gyps	236·50	Spur	Spur	1·61	110·83	76·6	12·25	92·78
Thonschiefer . . .	12·00	0	0·054	0·247	2·40	5·04	0·73	6·06

Aus dieser Tabelle wird ersichtlich, dass der Gehalt und die relative Menge der Mineralbestandtheile des Wassers im engsten Zusammenhang mit der stofflichen Zusammensetzung der Gebirgsformationen steht, durch welche das Wasser seinen Lauf nahm.

Ebenso verleiht ein mit organischen Zersetzungssubstanzen verunreinigter Boden dem aus ihm zu Tage tretenden Wasser einen specifischen Charakter. Dem verjauchten Boden volks- und betriebsreicher Städte entziehen wir durch die Brunnen ein Wasser, das häufig nichts Anderes als eine mehr oder weniger concentrirte Lösung aller möglichen Abfallsproducte darstellt und das deshalb reich an Chloriden, salpetrig- und salpetersauren Salzen, an Alkalien, Ammoniak und organischen Substanzen ist.

Zwar nimmt der Boden, wie bereits erwähnt wurde, viele dieser Substanzen auf und hält sie fest, um sie der zukünftigen Pflanze, die dereinst in ihm Wurzel schlägt, aufzubewahren; aber dieses eigenthümliche Vermögen des Bodens ist, wenn auch in der That sehr bedeutend, dennoch nicht unbegrenzt. Das Leben der Städte schafft eine solche Masse des Unrathes und führt einen so beträchtlichen Theil desselben dem Boden zu, dass derselbe bis zur Tiefe der wasserundurchlässigen Schicht in allen seinen Poren mit Faulsubstanzen durchdrungen ist. Nur dort, wo der Boden die von ihm aufgenommenen thierischen Auswurfsstoffe zur Ernährung der Pflanze wieder abgeben kann, dort, wo die Belastung des Bodens mit Faulstoffen einer Entlastung desselben durch Abgabe an die Pflanzen gleichen Schritt hält, wirkt der Boden ununterbrochen in der gedachten Weise auf sein Wasser ein. Empfängt er aber nur,

ohne in dem gleichen Masse abzugeben, so sättigt er sich mit Abfallstoffen; er verliert die Kraft, jene Stoffe, welche im gesundheitlichen Interesse des Menschen zurückgehalten werden sollten, zu binden, ja er gibt vielmehr dieselben an das ihn durchlaufende Wasser ab.

Wenn einem nicht mit Pflanzen bestandenen Boden stickstoffhältige organische Stoffe andauernd zugeführt werden, so wird bei hinreichendem Luftzutritt der Stickstoff der organischen Substanz und das Ammoniak anfangs in salpetrige Säure und diese in Salpetersäure übergeführt, welche von dem Bodenwasser aufgenommen und den Brunnen und Quellen zugeleitet wird. Kann jedoch wegen mangelnden oder unzureichenden Luftzutrittes keine genügende Oxydation der organischen Stoffe erfolgen, so werden, wenn die Absorptionskraft des Bodens erschöpft ist, von dem Wasser auch das Ammoniak und die in Fäulniss begriffenen organischen Stoffe aufgenommen.

Wässer von Brunnen, welche im Grundwasser der Städte stehen und mit einer reichen Menge von einsickernden Schmutzflüssigkeiten der Strassengossen, Abortsgruben, undichter Canäle und dergleichen gespeist werden, zeigen diese Verunreinigungen oft in erschreckendem Masse. Solche Brunnenwässer enthalten nicht selten ebensoviel, ja oft mehr an Stickstoffverbindungen wie die Canalwässer, obgleich sie mitunter klar und wohlschmeckend sind.

Können solche Bodenstrecken vor weiteren Zufuhren bedeutsamer organischer Abfallsproducte bewahrt bleiben, so muss eine geraume Zeit dahingehen, bis die in dem Boden befindlichen Substanzen durch die vereinte Einwirkung von Wärme, Luft und Feuchtigkeit in unschädliche Verbindungen verwandelt werden. Wenn aber jene Zufuhren nicht aufhören, so wachsen die Uebelstände fort und fort zu mächtiger Grösse.

Sumpfwasser.

Das meteorische Wasser kann aber auch bei seiner Ankunft auf der Erdoberfläche Umstände antreffen, die sein weiteres Eindringen in die Erde zum Theil oder ganz verhindern und zugleich seinen Abfluss hemmen und so zur Bildung von stehenden Gewässern, von Pfützen, Teichen, Sümpfen, Tümpeln u. s. w. Anlass geben. Es geschieht das, wenn becken- oder muldenförmige Bodenformationen eine mehr oder weniger für Wasser impermeable Wandung haben.

Aus der Luft bringt das Wasser die verschiedenartigsten lebensfähigen Keime mit; oft sind solche im Boden selbst vorhanden oder gelangen durch Zufall in das Wasser. Bei entsprechender Temperatur können diese Keime in dem stehendem Wasser zur Entwickelung gelangen und ein reges Leben entfalten. Ein Wesen entsteht nach dem andern, das eine gedeiht, das andere geht zu Grunde und dient den am Leben bleibenden zur Nahrung; durch den Luftstaub werden neue Keime eingeführt; auch wandern grössere Thiere ein, und Pflanzen der verschiedensten Art entwickeln sich.

Das stehende Wasser wird nach und nach mit üppiger Vegetation bedeckt, zu deren Ernährung zum Theil die durch das Wasser ausgesaugten Bodenbestandtheile, zum Theil die zu Grunde gegangenen Organismen dienen. Alles Leblose unterliegt dabei der steten Zersetzung, es wird macerirt, oxydirt und in die einfachsten Verbindungen aufgelöst. Durch diese vielfachen und verschiedenartigen Vorgänge bildet sich ein schlammartiger Bodensatz am Grunde des Sumpfes oder Tümpels, der organische und unorganische Substanzen verschiedener Art enthält und es entstehen die gasförmigen und löslichen Producte, welche beim Leben und Verwesen der Thiere und Pflanzen auftreten.

Dieses reiche Leben, welches das stehende Wasser vermittelt, bleibt nicht ohne Einfluss auf die Beschaffenheit des Wassers selbst. Die Veränderungen, die das Wasser erleidet, sind in gesundheitlicher Beziehung oft sehr bedeutsam, sie sind in jedem Einzelfall andere, meist jedoch äussern sie sich darin, dass das Wasser arm an Sauerstoff, reich an organischen Substanzen wird und Neigung zur raschen Verderbniss und Fäulniss erhält.

Flusswasser.

Von den abhängigen Flächen fliesst das Meteorwasser zu Thal. Hiebei findet ein Abspülen der überflossenen Flächen statt, oft werden auch Theile derselben mitgerissen. Sammelt sich das Wasser in einem impermeablen Boden, so findet Sumpf-, Tümpel- oder Seebildung statt, wie dies bereits erwähnt wurde. Fliesst aber das Wasser in geneigten, durch die Bodenformation bedingten Rinnen weiter, so kommt es mit immer neuen Boden- und Luftflächen in Berührung, nimmt aus diesen einzelne Boden- und Luftbestandtheile auf und gibt sie an andere wieder ab; es vermengt sich mit dem aus Quellen abfliessenden und mit jenem Wasser, das durch fallenden Regen und Schnee direct zu ihm gelangt, es setzt dort, wo die Verhältnisse es zwingen, langsamer zu fliessen, Bodensatz ab und verändert sich durch die fortwährend wechselnden Umstände stetig und in der verschiedensten Weise.

Die einander begegnenden Wasserläufe vereinigen sich zu einem gemeinsamen Wasserstrang und so entstehen die Bäche, Flüsse und Ströme. Diese offenen Wasserläufe enthalten demnach das durch sein Abrinnen über geneigte Bodenflächen mehr weniger veränderte Regenwasser, weiter die Zuflüsse aus Quellen und vom Grundwasser. Es ist einsichtlich, dass die Beschaffenheit des Bach- und Flusswassers in Folge der wechselnden Art, wie es entsteht und wie es sich zusammensetzt, sehr verschieden sein muss und dass sich bestimmte, für alle Fälle passende Charakteristika eines Bach- oder Flusswassers gar nicht geben lassen.

Im Allgemeinen kann man nur sagen, je weiter das Wasser von der Quelle sich entfernt, desto mehr entweicht die Kohlensäure aus ihm, um so ärmer muss es deshalb an kohlensauren Erdalkalien werden, weil eben in dem Masse, als die zu ihrer Lösung noth-

wendige Kohlensäure verloren geht, eine Ausscheidung dieser Salze erfolgen muss. — Aus diesem Grunde ist das Flusswasser meist ein weiches Wasser.

Das Wasser aller Flüsse strömt in's Meer. Die ungeheure Fläche desselben bedingt eine fortwährende Wasserverdunstung, die zur Ursache der Wolkenbildung, des Regens und Schnees wird und dadurch das Land mit Wasser versorgt. Das Meer ist so die Quelle aller Quellen.

Ganz wesentliche Veränderungen erleiden die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Bach- und Flusswassers durch die Haus- und industrielle Wirthschaft des Menschen.

Je weiter das Wasser geflossen ist, desto mehr ist es mit Abfällen der Consumtion und Production beladen. Oft gelangt es in einen Ort, nachdem es schon die industriellen und wirthschaftlichen Abgänge von Millionen Menschen aufgenommen hat. Hier wird ihm neuer Unrath aufgebürdet und im nächsten Ort wieder neuer und so fort, bis der Strom das Meer erreicht. So wächst die Unreinheit des fliessenden Wassers mit der Länge des Weges, den er zurückgelegt und mit der Zahl der Bewohner, die ihm die Abgänge ihres Haushaltes und ihrer Gewerbe zugemittelt haben.

Man will zwar behaupten, dass durch den Lauf des Flusses eine theilweise Befreiung des Wassers von seinen Verunreinigungen stattfinde und spricht von einer Selbstreinigung der Flüsse.

Man sagt, dass die einzelnen Verunreinigungen im Flusse eine solche Verdünnung erfahren, dass sie hiedurch als Schädlichkeiten ausser Betracht kommen, dass manche Verbindungen sich gegenseitig in unlöslicher Form ausfällen und so zur Ausscheidung gelangen, dass durch die im Wasser vorhandenen Sauerstoffmengen die organischen Stoffe verbrannt werden, dass etwaige stinkende oder sonstige Gase abdunsten, dass die Wasserpflanzen viele Stoffe als ihre Nahrung aufnehmen und für ihren Aufbau verwerthen und dass die Flusssohle als Filtermaterial wirke.

Dem gegenüber muss berücksichtigt werden, dass eine noch so grosse Verdünnung bei etwaigen Pilzen, Bakterien, Algen, Bandwurm-Eiern u. s. w. ganz irrelevant ist, dass das Flusswasser, in mächtiger Schicht fliessend, nicht jene massenhaften Mengen von Sauerstoff aufzunehmen Gelegenheit hat, die es zu einer nur etwas erheblichen Verbrennung seiner verbrennungsfähigen Substanz bedarf, weiter, dass nicht alle gefährlichen Substanzen durch Sauerstoff oxydirbar und zerstörbar sind, dass die Filtration über groben Flusssand wohl nur wenig nützen, die Wirkung der Pflanzen nur eine unbedeutende und das Abdampfen der Gase kein vollständiges sein wird.

Es ist durch zahlreiche Versuche constatirt, dass nur ein Theil der in den Fluss gelangenden organischen Materie während des Ablaufes zum Meere zerstört wird und dass kein englischer Fluss die Länge hat, welche zur vollen Zerstörung der schädlichen Substanzen durch Selbstreinigung nöthig ist.

Thatsächlich findet man, dass Flüsse, die industrie- und volkreiche Länder durchwandert haben, häufig einen Inhalt führen, der mehr den Charakter einer Jauche als den eines Wassers zeigt.

Merkmale des Wassers verschiedener Abstammung.

Aus den bisherigen Erörterungen geht hervor:

1. Das Regenwasser (Meteorwasser) ist das dem destillirten am nächsten stehende Wasser. Es enthält sehr wenig feuerbeständige Bestandtheile, kann aber, wenn die localen Verhältnisse darnach sind, namentlich im Anfange des Regenfalles beträchtliche Mengen der in der Atmosphäre vorfindlichen gasigen und staubförmigen Körper aufnehmen und deshalb in manchen Fällen nicht besonders rein erscheinen.

2. Das Quell- und Brunnenwasser hängt bezüglich seines Salzgehaltes von der geologischen Beschaffenheit des Erdreiches ab, das es durchläuft und in dem es sich ansammelt. Von den Gasen enthält das Quellwasser relativ grosse Mengen Kohlensäure, weniger Stickstoff und Sauerstoff. Brunnenwässer können, wenn sie aus einem an organischen Fäulnissstoffen reichen oder mit solchen gesättigten Boden stammen, beträchtliche Mengen von salpetriger und Salpetersäure, Ammoniak und organischen Substanzen enthalten. Quell- und solche Brunnenwässer, die aus einem von organischen Zersetzungsstoffen freien Boden und aus hinlänglicher Tiefe zu Tage treten, sind hingegen frei von Salpetersäure, salpetriger Säure, Ammoniak und von schädlichen organischen Verbindungen.

3. Das Bach- und Flusswasser enthält sehr wechselnde, durch locale Verhältnisse oftmals modificirte Bestandtheile. Dieselben setzen sich aus denen des Quell- und Brunnenwassers und jenen der in sie gelangenden Abwässer der menschlichen Wirthschaft und Industrie zusammen. Das Bach- und Flusswasser ist meist arm an freier Kohlensäure und an kohlensauren Erdalkalien und daher häufig weich.

4. Das Wasser von Tümpeln, Sümpfen und solchen Teichen, die keinen Abfluss haben, enthält häufig beträchtliche Mengen organischer Substanz.

5. Das Meerwasser ist durch seinen hohen Salzgehalt charakterisirt. Im Allgemeinen sind 2·5 Gramm Kochsalz und 3·5 Gramm an Salzen überhaupt in 1 Liter (Mittelmeer und Ostsee sind an Kochsalz ärmer.)

Zweites Capitel.

Eigenschaften und Bedeutung des Wassers.

Eigenschaften.

Nachfolgend seien jene Eigenschaften des Wassers hervorgehoben, welche in hygienischer Beziehung von Wichtigkeit oder für das Verständniss späterer Erörterungen nothwendig sind.

Reines Wasser ist geruchlos und geschmacklos; in dünnen Schichten erscheint es ungefärbt, in dickeren Schichten hat es (nach Bunsen) eine blaue Farbe. Es ist 773mal schwerer (dichter) als atmosphärische Luft von 0°; unter gewöhnlichen Umständen gefriert es, wenn es unter 0° C. abgekühlt wird; bei vollkommener Ruhe kann es aber selbst in niedrigerer Temperatur den flüssigen Zustand behalten. Das Eis indess kann nicht über 0° erwärmt werden, ohne zu schmelzen. Daher gibt der Schmelzpunkt des Eises einen Fundamentalpunkt für die Thermometerscala ab. Das Gefrieren des Wassers ist eine wirkliche Krystallisation in die Krystallform eines Rhomboeders.

Das Wasser zieht sich wie andere Flüssigkeiten beim Erkalten zusammen, aber abweichend von anderen Flüssigkeiten erfolgt die Zusammenziehung nur bis zur Temperatur von + 4° C., unterhalb welcher dann wieder Ausdehnung stattfindet. Es besitzt daher bei + 4° C. die grösste Dichte. Die Ausdehnung beim Erkalten unter + 4° C. dauert fort bis zum Gefrieren, mag dieses wie in gewöhnlichen Fällen bei 0° oder bei niedrigerer Temperatur erfolgen. Das entstehende Eis ist ebenfalls leichter als das Wasser, aus welchem es sich bildet, das Eis schwimmt darum auf Wasser und hat das specifische Gewicht 0·916. Das Eis dehnt sich aber nicht, wie das flüssige Wasser, bei weiterem Erkalten aus, sondern zieht sich dabei, wie andere starre Körper, zusammen und zwar stärker als jeder andere bekannte starre Körper. Aus der Eigenschaft des Wassers, als Eis einen grösseren Raum wie als kaltes flüssiges Wasser anzunehmen, erklären sich mancherlei wichtige Naturerscheinungen. So wird die Spaltung der riesigsten und festesten Felsen, die Sprengung der widerstandsfähigsten Gesteine dadurch bewirkt, dass das in Spalten eingeschlossene Wasser beim Gefrieren sich auszudehnen beginnt. Wäre das Eis schwerer als das Wasser, so würde die im Winter an der Oberfläche des Wassers entstehende Eisschicht zu Boden sinken, eine neue Schicht Eis würde sich wieder bilden, welche bald wieder einer neuen Platz machen würde und so würden bei anhaltender Winterkälte Teiche, Bäche und Flüsse ausfrieren und kein Tropfen Wasser bliebe während des Winters darin flüssig. Da aber das Eis leichter als das Wasser ist, also auf dem Wasser schwimmt, so schützt es das darunter befindliche Wasser vor der Berührung mit der erkältenden Luft und ebenso schützt die kältere leichtere, also obere Wasserschicht die wärmere schwere untere. Das Eis ist das schützende Winterkleid des Wassers.

Bei 760^{mm} Druck kann das Wasser nur unterhalb 100° C. tropfbar flüssig bleiben; wird es bis zu dieser Temperatur erhitzt und siedet es, so verwandelt es sich in Gas, oder wie man gewöhnlich sagt, in Wasserdampf. Man hat bekanntlich die Temperatur, bei welcher das Wasser unter dem angegebenen Drucke siedet, als zweiten Fundamentalpunkt der Thermometerscala angenommen. Der Siedepunkt des Wassers ist wie der jeder anderen flüchtigen Flüssigkeit von dem Drucke abhängig, unter welchem es sich befindet; er steigt, wenn dieser Druck grösser wird, fällt, wenn dieser geringer wird. Da der Luftdruck bald grösser, bald geringer ist, so kann auch das Wasser an ein und demselben Orte nicht stets bei derselben Temperatur sieden, und da der Luftdruck mit der Erhebung über die Meeresfläche abnimmt, so muss das Wasser an höher liegenden Orten bei niedrigerer Temperatur sieden als an tiefer liegenden (auf dem Montblanc, 423^{mm}, bei 84·4°). Durch künstliche Erniedrigung des Luftdruckes kann man das Verdampfen des Wassers beschleunigen und bei niedrigeren Temperaturen bewirken. Auf dieser Thatsache beruht die Anwendung der Vacuum-Apparate. Die Beobachtung, dass durch Luftverdünnung die Verdunstung derart beschleunigt werden könne, dass das Wasser selbst im Sommer in Folge der Verdampfungskälte gefriere, wurde zum Ausgangspunkte für jene Eismaschine, deren Princip auf Erzeugung von Kälte durch Verdunstung beruht. Durch die Verstärkung des Luftdruckes kann man umgekehrt den Siedepunkt des Wassers beliebig erhöhen. Im bekannten Papinianischen Topf kann das Wasser bis zu 200° und zu noch höherer Temperatur erhitzt werden, wenn die Gefässe den Druck aushalten können (Perkin'sche Heizung).

Der Wasserdampf ist farblos, durchsichtig wie die atmosphärische Luft. Das specifische Gewicht des Wasserdampfes von 0° ist 0·622 (atmosphärische Luft = 1), der Wasserdampf ist also leichter als die Luft. Bei 100° C., dem Siedepunkt des Wassers unter gewöhnlichen Verhältnissen, ist das specifische Gewicht 0·455, und 1 Volum Wasser liefert daher fast genau 1700 Volum Wasserdampf von 100° C.

Der Siedepunkt des Wassers ist der Punkt, wo gar kein Wasser in tropfbar flüssigem Zustande bestehen kann, aber wie alle flüchtigen Körper verdampft auch das Wasser unterhalb des Siedepunktes, also bei Temperaturen, wo es flüssig ist, ja selbst im starren Zustand, als Eis.

Die Verdampfung erfolgt im lufterfüllten Raum so gut als im luftleeren, und die Menge des Dampfes, welche sich in einem Raume bilden kann, ist gleich, mag der Raum luftleer oder lufterfüllt sein; dar Verdampfung des Wassers wird also nur durch Wasserdampf, nicht durch ein anderes Gas eine Grenze gesetzt. Das Abtrocknen der Erde nach gefallenem Regen, das Trocknen gescheuerter Zimmer, das Trocknen der Wäsche beweisen die Verdampfung des Wassers unter dem Siedepunkte in der atmosphärischen Luft.

Die Menge des Wasserdampfes, welcher sich in einem gewissen Raume bildet, ist abhängig von der Temperatur desselben. Sie ist im Allgemeinen um so grösser, je höher die Temperatur ist. Bei

einer bestimmten Temperatur nimmt ein wassergasfreier Raum bestimmte und stets gleiche Wasserdampfungen auf.

Der Wasserdampf, welcher sich unterhalb des Siedepunktes bildet, übt, wie der beim Siedepunkt oder über dem Siedepunkt einen Druck auf die Umgebung aus. Man nennt diesen Druck die Tension des Wasserdampfes.

Die folgende Tabelle enthält die Spannkraft der Wasserdämpfe bei verschiedenen Temperaturen.

Tabelle der Spannkraft der Wasserdämpfe.

Temperatur	Spannkräfte nach		Temperatur	Spannkräfte nach	
	Magnus	Regnault		Magnus	Regnault
	mm	mm		mm	mm
− 30	—	0·386	+ 35	41·893	41·827
25	—	0·605	40	54·969	54·906
20	0·916	0·927	45	71·427	71·391
15	1·403	1·400	50	91·965	91·982
10	2·109	2·093	55	117·378	117·478
5	3·115	3·113	60	148·579	148·791
4	3·361	3·368	65	186 601	186·945
3	3·624	3·644	70	232·606	233·093
2	3·905	3·941	75	287·808	288·517
1	4·205	4·263	80	353·926	354·643
0	4·525	4·600	85	432·295	433·041
+ 1	4·876	4·940	90	524·775	525·392
2	5·231	5·302	95	633·305	633·692
3	5·619	5·687	100	760·000	760·000
4	6 032	6·097	105	—	906·410
5	6·471	6·534	110	1077·261	1075·370
6	6·939	6·998	115	1272·986	1269·410
7	7·436	7·492	120	—	1491·280
8	7·964	8·017	125	—	1743·88
9	8·525	8·574	130	—	2030·28
10	9·126	9·165	135	—	2353·73
11	9·751	9·792	140	—	2717·63
12	10·421	10·457	145	—	3125·55
13	11·130	11·162	150	—	3581·23
14	11·882	11·908	155	—	4088·56
15	12·677	12·699	160	—	4651·62
16	13·519	13·536	165	—	5274·54
17	14·409	14·421	170	—	5961·66
18	15·351	15·357	175	—	6717·43
19	16·345	16·346	180	—	7546·39
20	17·396	17·391	185	—	8453·23
21	18·505	18·495	190	—	9442·70
22	19·675	19·659	195	—	10519·63
23	20·909	20·888	200	—	11688·96
24	22·211	22·184	205	—	12955·66
25	23·582	23·550	210	—	14324·80
26	25·026	24·988	215	—	15801·33
27	26·547	26·505	220	—	17390·36
28	28·148	28·101	225	—	19097·04
29	29·832	29·782	230	—	20926·40
30	31·602	31·548			

Aus dieser Tabelle wird ersichtlich, dass ein Wasserdampf, der auf höhere Temperaturen gebracht wird, eine sehr bedeutende Spannkraft besitzt. Die Benützung dieser gewaltigen Spannkraft als Kraftquelle führte zu jenem immensen Erfolge der Industrie und zu jenen einschneidenden Umwälzungen, welche seit Einführung des Dampfbetriebes so augenscheinlich geworden sind.

Jede Aenderung des Aggregatzustandes des Wassers ist mit Wärme-Erscheinungen verbunden. Wird dem Eise von 0^0 Wärme zugeführt, so schmilzt dasselbe; die Temperatur des erhaltenen Wassers bleibt aber so lange 0^0, als noch Eis vorhanden ist; die zugeführte Wärme wird also lediglich zur Aenderung des Aggregatzustandes benützt.

Diese latente Schmelzwärme beträgt für 1 Kilogramm Eis 80 Wärme-Einheiten; dieselbe Wärmemenge wird wieder frei, wenn 1 Kilogramm Wasser von 0^0 gefriert. Um 1 Kilogramm Wasser von 100^0 C., also siedend heisses Wasser, in Dampf von 100^0, also von derselben Temperatur, zu verwandeln, bedarf man 540 Wärme-Einheiten. 1 Kilogramm Dampf von 100^0 enthält demnach 540 Wärme-Einheiten gebunden, welche frei werden, wenn sich der Dampf zu flüssigem Wasser verdichtet.

Der Wasserdampf, der in Folge seiner Spannkraft eine Kraftquelle repräsentirt, kann demnach auch als Wärmequelle ausgenützt werden, da mit seiner Condensation eine sehr bedeutende Menge von Wärme frei wird. (Dampfheizung.)

Zum Erwärmen von 1 Gramm Wasser von 0^0 auf 1^0 ist Eine Wärme-Einheit erforderlich, während 1 Gramm Quecksilber hiezu nur 0·033 bedarf. Vermöge dieser grossen Wärmecapaeität ist das Wasser in hohem Grade geneigt zur Abkühlung, andererseits aber auch zur Uebertragung der Wärme. (Warmwasserheizung.)

Der Einfluss des Druckes auf das Volum des Wassers ist nur gering. Die Comprimirbarkeit beträgt für eine Atmosphäre bei 0^0 = 0·0000503.

Wasser ist das allgemeinste Lösungsmittel für gasförmige, flüssige und feste Stoffe.

Die Gewichtsmenge, welche das Wasser von den verschiedenen löslichen Körpern unter gleichen Umständen auflöst, ist sehr verschieden; man unterscheidet hiernach leicht lösliche und wenig lösliche Körper. 1 Volum Wasser bei mittlerer Temperatur nimmt ungefähr 1 Volum Kohlensäuregas, 0·046 Volum Sauerstoffgas, 0·025 Volum Stickstoffgas, dagegen sehr viel Ammoniakgas und Salzsäure etc. auf. Das Auflösungsvermögen des Wassers für Gase wird durch Temperatur-Erhöhung geschwächt, so dass durch anhaltendes Kochen die meisten Gase vollständig entfernt werden können. Auch beim Gefrieren des Wassers entweicht Gas, und Schütteln, Einwerfen von eckigen Körpern bewirken ebenfalls Gasentwicklung. Zum Theil auch aus diesem Grunde verliert das fliessende Wasser während seines Laufes Kohlensäure.

Aus einem Gasgemenge nimmt das Wasser so viel von den einzelnen Gasen auf, als dem Drucke entspricht, den jedes einzelne Gas auf das Wasser ausüben muss. Nimmt man an, dass der Druck der Atmosphäre zu $^4/_5$ von dem Stickstoffgase und zu $^1/_5$ von dem Sauerstoffgase ausgeübt wird, so wird 1 Volum Wasser von dem Sauerstoffgase der atmosphärischen Luft $^1/_5 . 0{\cdot}046$ Volum, von dem Stickstoffgase $^4/_5 . 0{\cdot}025$ Volum aufnehmen, wenn die Luft ein Gemenge der beiden Gase ist. In der That wird die Luft, welche ziemlich genau 21 Volumprocent Sauerstoffgas und 79 Volumprocent Stickstoffgas ist, nicht als Ganzes von dem Wasser aufgenommen, sondern das Sauerstoffgas wird, da es mehr löslich ist als das Stickstoffgas, dem angegebenen Verhältnisse entsprechend reichlicher aufgenommen als das Stickstoffgas. Die Luft des Regenwassers enthält deshalb über 30% Sauerstoff und das Wasser von frisch geschmolzenem Schnee enthält davon eben so viel.

Von Flüssigkeiten lösen sich im Wasser einige in jedem Verhältnisse (z. B. Alkohol), andere nur in gewissen (z. B. Aether) und andere sind darin unlöslich (z. B. Benzol). Feste Körper lösen sich in der Wärme meist reichlicher als in der Kälte, manche Kalksalze umgekehrt; doch ist die Zunahme der Löslichkeit der einzelnen Stoffe sehr verschieden; sie ist sehr gering beim Kochsalz, bei einigen Salzen proportionell der Temperatur, bei den meisten wächst die Löslichkeit rascher als die Temperatur zunimmt.

Durch die Auflösung eines Körpers kann das Wasser ein grösseres Lösungsvermögen für andere Körper erhalten. Gewisse Eiweissarten werden z. B. durch kochsalzhaltiges Wasser gelöst. Ebenso wird Wasser durch von ihm absorbirte Kohlensäure ein Lösungsmittel für die sonst unlöslichen kohlensauren Erdalkalien.

Bei der Auflösung fester Körper in Wasser entsteht immer Temperatur-Erniedrigung, da die Auflösung eine Verflüssigung ist, ein Schmelzen, also ein Process, bei welchem Wärme latent wird. Aus den analogen Gründen findet bei der Absorption der Gase stets Wärme-Entwicklung statt. Durch Verflüssigen eines festen Körpers mittelst einer Flüssigkeit, d. h. durch Lösen von Salzen kann man künstlich Kälte bereiten. (Mischen von Kochsalz mit Schnee erzeugt eine Temperatur von -10^0; Chlorcalcium mit Eis vermischt eine Temperatur von -40^0.)

So wie das Wasser Gase aufnimmt und feste und flüssige Körper löst, so wird auch andererseits das Wasser von allen Substanzen angezogen und mechanisch aufgesaugt. Wir kennen keine Substanz, welche nicht mehr oder minder das Vermögen besitzt, Wasser an ihrer Oberfläche zu verdichten und in ihren Poren aufzunehmen. Substanzen, die diese Fähigkeit in erhöhtem Masse zeigen, nennen wir hygroskopisch. So zieht der gebrannte Thon mit grösster Begierde nicht allein Wasser aus der Atmosphäre, sondern ist auch befähigt, chemischen Verbindungen das Hydratwasser zu entziehen. Dieses Verhalten des Thones ist deshalb für die Vegetation von der grössten Wichtigkeit, da diese Eigenschaft ihn befähigt, nach heissen, trockenen Tagen während der Nacht

die mit Wasser geschwängerte Luft gleichsam auszutrocknen, das Wasser in sich aufzunehmen und der Pflanze zuzuführen. Auch Holz, Haare, Hornsubstanzen sind sehr hygroskopisch. Ganz besonders ist die mechanische Aufsaugung des Wassers betreffs der Baumaterialien zu beachten.

Bedeutung des Wassers.

Das Wasser ist für die Existenz des Organismus unentbehrlich. Alle Theile und alle Gewebe des Körpers enthalten Wasser. Selbst der Zahnschmelz ist nicht wasserfrei, sondern enthält in 100 Gewichtstheilen 2 Theile Wasser. Manche Organe sind an Wasser überaus reich. Die Niere z. B. enthält in 1000 Theilen 827 Theile Wasser. Im Ganzen ist der Wassergehalt des Thierkörpers ein sehr bedeutender und beträgt mehr wie die Hälfte des Gesammtgewichtes desselben, etwa 59%.

Der Wassergehalt der einzelnen Gewebe ist fortwährend gewissen Schwankungen unterworfen, jedoch innerhalb bestimmter Grenzen, so dass jeder Organismus einen für seine Art und sein Alter typischen Wassergehalt zeigt, der von der anatomischen Constitution, der Entwicklung und dem Wachsthum abhängig erscheint.

Die Gegenwart von Wasser in entsprechender Quantität ist eine wesentliche Bedingung des Lebens. Die physiologische Bedeutung desselben lässt sich nach Gorup Besanez*) in folgende Punkte zusammenfassen:

1. Das Wasser ist das allgemeine Auflösungsmittel der im Organismus vorkommenden Stoffe und ist zugleich der Vermittler aller Bewegung im physikalischen und chemischen Sinne, der Diffusion, der chemischen Wechselwirkungen und der Fortbewegung.

2. Das Wasser ist Imbibitionsstoff und bedingt den eigenthümlich festweichen Zustand, die Elasticität, Durchsichtigkeit, Permeabilität für wässerige Lösungen und die elektrische Leitungsfähigkeit der Gewebe.

3. Das Wasser ist ein Wärmeregulator. Indem es von der Haut und aus den Lungen verdunstet, wird dem Körper in entsprechendem Grade Wärme entzogen, und da der Organismus die Fähigkeit hat, bald grössere, bald geringere Mengen zur Verdunstung bringen zu können, je nachdem sich in ihm mehr oder weniger Wärme aufspeichert, dient das verdunstende Wasser als ein den Umständen sich anpassendes Abkühlungsmittel.

Ausser durch Haut und Lunge wird das Wasser noch durch die Nieren und den Darm ausgeschieden und zwar beträgt die mit dem Harn täglich austretende Wassermenge etwa die Hälfte der gesammten täglichen Wasserabgabe. Letztere beträgt 2500—3000 Gr. bei Erwachsenen. Da die Integrität des Organismus von einem gewissen Wassergehalt desselben, der nur innerhalb ziemlich enger Grenzen schwankt, abhängt, so muss der Wasserverlust durch

*) Gorup Besanez, Lehrbuch der phys. Chemie. Braunschweig 1867, S. 75.

Zufuhr von aussen wieder ausgeglichen werden. Das Gefühl, welches uns dazu antreibt, ist der Durst, und die Ausgleichung erfolgt durch Getränke und Speisen. Bei gewöhnlicher Nahrung kann man annehmen, dass etwa der vierte bis fünfte Theil des erforderlichen Wassers mit der sogenannten festen Nahrung eingenommen wird, das andere muss deshalb durch Trinken zugeführt werden.

Es ist begreiflich, dass mit der Steigerung des Wasserverlustes auch das Bedürfniss nach dem Ersatz wachsen muss, weshalb auch mit der Grösse der Muskel-Action, mit der Höhe der Temperatur, der grösseren Trockenheit der Luft das Durstgefühl und der Wassergenuss sich steigert. Auch die Speisen üben einen grossen Einfluss auf das Eintreten des Durstes aus. Eine Steigerung veranlassen trockene, zähe und solche Speisen, die herb, scharf und stark gesalzen sind, weil sie zu ihrer Auflösung oder durch den Reiz, den sie ausüben, grosse Mengen von Verdauungssaft brauchen.

Die Gewohnheit hat auf das Ertragen des Durstes innerhalb gewisser Grenzen einen mächtigen Einfluss. Man kann Getränke unter sonst gleichen Umständen um so länger entbehren, je mehr mit den festen Speisen Wasser zugeführt wird (Obst, Früchte).

Wasserbedarf.

Das Wasser dient dem Menschen nicht nur als Getränk, man bedarf beträchtliche Mengen davon zum Kochen der Speisen, zum Reinigen des Körpers, zu Bädern, zum Waschen der Wäsche, der Kleidungsstücke und Geräthschaften, weiter zum Ausspülen der Canäle, zum Bespritzen der Strassen, zum Feuerlöschen und zu unzählig vielen häuslichen und industriellen Zwecken.

Der Bedarf an Wasser nimmt mit der fortschreitenden Cultur, mit der Grösse der Bevölkerung und mit der Entwickelung der Industrie zu und die Mittel, durch welche ein bewohnter Platz sonst reichlich mit Wasser versorgt wurde, werden fast überall mit der Zeit unzureichend.

Die Beschaffung der genügenden Wassermenge ist der menschlichen Thätigkeit mehr oder weniger überwiesen. Das Wasser kommt im Allgemeinen genug auf der Erde vor, um allen Lebensbedürfnissen zu genügen, es ist aber nicht überall aufgeschlossen und nicht immer gerade dort, wo man es braucht.

Der Mensch ist deshalb oft genöthigt, sich Wasser in genügender Menge von anderwärts zu verschaffen. Die Versorgung der Ortschaften mit gutem und der Quantität nach ausreichendem Wasser ist eine wesentliche Bedingung ihres Gedeihens und sollte stets als ein Gegenstand von der grössten Wichtigkeit von Seite der Gemeinde-Vorstehungen betrachtet werden.

Es fragt sich nun, wie gross das Wasserquantum sein muss, das der Mensch, von industriellen Zwecken abgesehen, im Durchschnitte täglich braucht, wie viel Wasser also herbeizuschaffen ist. Da zeigt sich nun vor Allem, dass das Wasserbedürfniss nicht

überall das gleiche ist. So haben genaue Beobachtungen englischer Ingenieure dargethan, dass in den Häusern wohlhabender Leute der Wasserverbrauch doppelt so gross ist wie in Häusern, in denen arme Leute wohnen. Man hat weiter erforscht, dass der wirkliche Wasserverbrauch per Kopf und Tag in den Häusern wohlhabender Leute einschliesslich der Wasserclosets etwa 50 Liter betrage. Natürlich würde es nicht genügen, nur so viel Wasser beizuschaffen, als für den Hausverbrauch nöthig ist. Nahezu die gleiche Menge, wie für den Hausverbrauch ist für die Strassenreinigung und eine ebensolche Menge auch noch auf Rechnung von Vergeudung, schlechten Einrichtungen, leckenden Hähnen u. s. w. zu setzen, so dass 150 Liter per Kopf und Tag als eine reichliche Versorgung gilt.

In Spitälern würde man mit 150 Liter Wasser allen hygienischen und therapeutischen Anforderungen nicht genügen können. Gut versorgte Krankenhäuser erhalten täglich 300 und mehr Liter per Kopf und Tag.

Man muss aber schon bei der Anlage städtischer Wasserleitungen die Vermehrung der Bevölkerung im Auge behalten und entweder gleich so viel Wasser zuleiten, dass seine Menge auch bei bedeutendem Anwachsen der Bevölkerung noch genügt oder man muss wenigstens insofern Vorsorge treffen, dass eventuell die Ergiebigkeit der Leitung entsprechend dem Bedürfnisse gesteigert werden kann. In jedem einzelnen Falle muss der Bedarf nach den örtlichen Verhältnissen berechnet werden. Es kann nur der allgemeine Grundsatz aufgestellt werden, dass die verfügbare Menge unter Berücksichtigung aller Verhältnisse zu jeder Jahreszeit und auf Jahre hinaus allen berechtigten Ansprüchen sicher genüge.

Drittes Capitel.

Qualität eines tadellosen Trinkwassers.

Das in genügender Menge herbeizuschaffende Wasser muss auch in qualitativer Beziehung entsprechen. Was die städtische Wasserversorgung anbelangt, so ist es ungerechtfertigt, einen Unterschied zwischen Trink- und Nutzwasser zu machen, soweit die Reinheit des Wassers in Frage kommt. Denn auch jenes, welches zur Reinhaltung des menschlichen Körpers und seiner Wäsche, zum Spülen der Essgeschirre, zum Scheuern der Wohnung etc. nöthig ist, ist bezüglich seiner Qualität bedeutsam. Unreines Nutzwasser kann ebenso gefährlich werden als verdorbenes Trinkwasser. Auch die Industrie bedarf in vielen Fällen (Brauereien, Wäschereien u. s. w.) für ihren Zweck ein Wasser von nahezu derselben Beschaffenheit wie das Trinkwasser.

Die Frage, welches Wasser ein völlig tadelloses Trink- und Nutzwasser ist, hat nicht zu allen Zeiten die gleiche Beantwortung erfahren. Man hat früher, als noch die wissenschaftliche

Erkenntniss des Wassers eine mangelhafte war, sich mehr durch den Instinct bei Beurtheilung und Wahl des Wassers leiten lassen und hat nur aus der grösseren oder geringeren Klarheit und Frische des Wassers, aus dem Geschmack und etwaigen Geruch und auch aus den naehtheiligen Wirkungen auf die Gesundheit den Schluss gezogen, inwiefern ein Wasser zum Trinken geeignet sei oder nicht. Mit der fortschreitenden Einsicht, dass Farblosigkeit, Geruch- und Geschmacklosigkeit des Wassers nur bis zu einem gewissen, durchaus nicht sufficienten Grade davor schütze, dass mit dem Trinkwasser Dinge in den Organismus gelangen, welche beschädigen können, durch die Erfahrung, dass erwiesenermassen schädliches Wasser häufig wohl schmecke, rein, klar und ohne Bodensatz, also unverdächtig erscheine und durch die Resultate, welche die nach allen Richtungen gepflogenen wissenschaftlichen Untersuchungen des Wassers ergaben, musste die Anschauung zur Geltung kommen, dass für die Beurtheilung eines Wassers nebst den durch die Sinne wahrnehmbaren Eigenschaften noch solche von Belang sind, die nur durch eine technische und zwar durch die chemische und mikroskopische Untersuchung des Wassers sich feststellen lassen.

Die Erfordernisse, denen ein gesundes, nach allen Beziehungen tadelloses Wasser genügen muss, lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

1. Das Wasser muss klar, hell, hinlänglich lufthaltig, geruch- und geschmacklos sein.

2. Die Temperatur in verschiedenen Jahreszeiten darf nur innerhalb geringer Grade schwanken.

3. Das Wasser soll nicht hart sein, nicht viel feste Bestandtheile, namentlich keine erheblichen Mengen von Magnesiasalzen aufweisen.

4. Das Wasser darf nur wenig organische Bestandtheile und keine Organismen enthalten.

5. Das Wasser darf kein Ammon, keine salpetrige Säure und keine grösseren Mengen von Nitraten, Chloriden und Sulfaten führen.

Klarheit, Farblosigkeit und Luftgehalt des Wassers.

Wasser, dem es an Klarheit fehlt und das bei längerem Stehen einen merklichen Bodensatz bildet, enthält mechanische Verunreinigungen. Die Klarheit des Wassers negirt die Anwesenheit einer so grossen Menge von kleinen staubförmigen Dingen, welche genügt, das Wasser zu trüben und negirt weiter die Anwesenheit grösserer einzeln schwimmender Körper. Die Menge der suspendirten Substanz, welche nöthig ist, Wasser zu trüben, hängt von der Farbe, Durchsiehtigkeit, Consistenz der suspendirten Theile ab. Mitunter genügen schon sehr geringe Quantitäten, um eine Trübung zu erzeugen. So werden 100 Cubikcentimeter klares Wasser durch 1—2 Milligramm oxalsauren Kalk getrübt.

Es ist begreiflich, dass die die Trübung bedingenden Theilchen ihrer Natur nach verschieden und daher auch in gesundheitlicher

Beziehung different bedeutsam sein können. Ebenso ist es selbstredend, dass ein Wasser klar scheinen und dennoch schädliche Substanzen suspendirt enthalten kann, weil viele von den gefährlichsten im Wasser mechanisch vertheilt vorkommenden Dingen so klein sind, dass sie selbst von dem besten Auge bei der zweckmässigsten Beleuchtung nicht wahrgenommen werden. Versuche haben gelehrt, dass die $^{13}/_{100}$ Millimeter langen und $^{75}/_{1000}$—$^{90}/_{1000}$ Millimeter breiten Eier des Leberegels (Distoma hepaticum), wenn sie einzeln oder in wenigen Exemplaren im Wasser vertheilt werden, nur noch mit grösster Mühe als feinster Staub wahrgenommen werden. Die viel kleineren Bandwurm-Eier sind gar nicht mehr sichtbar.

Klarheit des Wassers negirt aber nicht die Anwesenheit gelöster schädlicher Substanzen.

Ein säuerlicher, urinöser, süsslicher oder salziger Geschmack deutet auf das Vorhandensein gelöster Stoffe in Mengen, die dem Wasser die Verwendbarkeit als Getränk benehmen. Fade schmeckendes Wasser kann wohl vollkommen rein sein, ja das reinste Wasser, das destillirte, sowie vollkommen salz- und gasarmes Wasser schmeckt immer fade, aber es löscht den Durst nicht gut und belästigt die Verdauungsorgane. Ein gewisser Gehalt an Kohlensäure und an gewissen Salzen (kohlensauren Erdalkalien) gehört erfahrungsgemäss zu den Requisiten eines guten Trinkwassers, macht den Trunk erfrischend und übt auf den Geschmack und die Verdaulichkeit des Wassers einen günstigen Einfluss aus. Ein mässiger Gehalt an Kohlensäure ist daher immerhin erwünscht. Grössere Mengen von Kohlensäure, wie sie in Säuerlingen vorkommen, wirken bekanntlich erregend auf die Magen- und Darmbewegung, bedingen zuweilen allgemeine Aufregung und sind auch für die Vorgänge des Stoffwechsels nicht ohne Einfluss.

Gegen gewisse, in's Wasser gelangte Riechstoffe ist unser Geruchsorgan sehr empfindlich. Wenn in einem Wasser noch erheblich weniger als der $^1/_{500000}$ Theil Schwefelwasserstoff enthalten ist, so ist dieser Gehalt beim Trinken des Wassers durch den Geruch noch wahrnehmbar. Ebenso macht die geringste Infection mit Leuchtgas das Wasser riechend.

Weniger empfindlich reagirt unser Organismus gegen schmeckende Substanzen. $^1/_{2000}$ Chlorammon, $^1/_{2000}$ Kochsalz, $^1/_{1000}$ schwefelsaure Magnesia, $^1/_{2000}$ Kalialaun gibt dem Wasser noch keinen fremdartigen Geschmack. Verhältnissmässig am schärfsten machen sich die Salze schwerer Metalle durch den Geschmack geltend. Wasser mit $^1/_{8000}$ Eisenvitriol oder mit $^1/_{10000}$ Kupfersulfat schmeckt noch deutlich metallisch.

Temperatur des Wassers.

Die Temperatur des Wassers ist das Resultat derjenigen der speisenden meteorischen Wässer, des unterirdischen Ortes ihrer Ansammlung und der Stelle des Ausflusses. Bei Brunnen- und Quellwässern ist der wesentlichste Factor die Temperatur der Erdschichten, aus denen das Wasser stammt, oder in denen es sich lange

genug aufgehalten hat, um seine Temperatur damit in's Gleichgewicht zu setzen. Je tiefer diese Erdschichten sind, desto kühler ist das Wasser, desto mehr emancipirt es sich von den Wärmeschwankungen des Tages und bleibt bei einer gewissen Tiefe (19—24 Meter) auf der mittleren Jahres-Temperatur des Ortes zu allen Jahreszeiten stehen.

Die Temperatur, welche der durchschnittlichen Jahres-Temperatur des Ortes gleichkommt, ist auch bei Trinkwasser für Gesunde die angemessenste. Doch ertragen die Meisten, wenn es sein muss, ein Wasser, dessen Temperatur zwischen + 5° und + 15° liegt. Wärmeres Wasser als 15° erfrischt zu wenig, kälteres als 5° ist für viele Personen schädlich, weil es Magenreiz hervorruft, Manche müssen selbst Wasser von mittlerer Jahres-Temperatur, bevor sie es trinken, wärmer werden lassen.

Die Forderung, dass Trinkwasser kühl sei, entstammt dem physiologischen Bedürfnisse nach zeitweiliger Abkühlung gewisser innerer Körpertheile. Wir wollen mit dem Trunke dem Körper nicht immer blos Wasser zum Ersatz des durch den Stoffwechsel verloren gegangenen zuführen — dazu können wir auch warme Getränke wählen — sondern wir bezwecken öfter am Tag auch eine zeitweilige Abkühlung des Organismus. Es ist begreiflich, dass letzterer Zweck durch eine kleine Partie kühleren Wassers ebenso erreicht werden kann, als durch ein grösseres Quantum etwas wärmeren Wassers. Da aber einerseits grosse Quantitäten Wasser nicht leicht verdaut werden und auch die Magen- und Darmsäfte überflüssig verdünnen, andererseits zu kaltes Wasser die Magenwandungen reizt und eine zu jähe Abkühlung der inneren Organe hervorruft, so ergibt sich, dass ein mässig kühles, 9—11° temperirtes Wasser am zuträglichsten ist. Das kühlere Wasser bietet auch im Vergleich zum wärmeren eine grössere Garantie des Freiseins von zersetzten oder unzersetzten organischen Substanzen.

Salz- und Härtegehalt des Wassers.

Es ist bereits erwähnt worden, dass ein gewisser Salzgehalt des Wassers seiner Verwendung als Trink- und Nutzwasser nicht abträglich ist. Doch gilt dies nur insolange, als die Menge und Qualität desselben bestimmten Anforderungen entspricht. Es kann nicht gleichgiltig sein, von welcher Art die Salze des Wassers sind: dass sie nicht absolut schädliche, giftige sein dürfen, dass solche ausgeschlossen sein müssen, die sich schon durch Geschmack und Geruch verrathen, versteht sich von selbst. Derartige Salze und Stoffe gelangen jedoch in die Wässer nur durch Zuleitung der Abfälle des Haushaltes und der Industrie; im Erdkörper selbst kommen sie selten und nur zerstreut vor, so dass die nicht verunreinigten Wässer davon frei sind. Aber selbst unter jenen löslichen Stoffen, die nicht unter die genannte Kategorie gehören, die aber allgemein in der Erde verbreitet sind, gibt es einige, die von nachtheiliger Wirkung sind, wenn sie im Trinkwasser in zu grosser Menge vorkommen. Zu diesen Salzen gehören die Kalk-, Magnesia-, Eisen-

oxyd- und Thonerde-Verbindungen. Sie ertheilen dem Wasser Eigenschaften, welche man mit dem Namen Härte bezeichnet und wonach die Wässer in harte und weiche zerfallen. Man nennt darum diese Salze die Härte machenden.

Man findet häufig die Ansicht ausgesprochen, dass harte (d. h. an Härte machenden Bestandtheilen verhältnissmässig reiche) Wässer Stein- und Griesbildung verursachen. Ebenso wird behauptet, dass durch hartes Wasser Kropf entstehe. Dieser Anschauung wird von vielen Seiten widersprochen und bis heute ist diese Frage noch ungelöst. Man hat ferner auf den Reichthum des Wassers an Silicaten oder auf den Mangel an Jod das endemische Auftreten von Kropf zurückführen wollen. Auch dieser Anschauung stehen zahlreiche andere Erfahrungen entgegen. So hat man Beobachtungen gemacht, wonach sich die Wässer der Kropfgegenden in chemischer und anderer Beziehung verschieden verhalten. Es wurden Kropf-Erkrankungen selbst bei solchen Personen beobachtet, deren Trinkwasser ausschliesslich aus Regenwasser bestand und demnach als solches nur geringe Spuren von Härte machenden Bestandtheilen enthielt.

Man kann demnach die grössere Härte eines Wassers durchaus nicht mit Sicherheit als Ursache von Stein, Gries oder Kropf ansehen. Dagegen lässt sich an der Hand der Erfahrung immerhin behaupten, dass unter sonst gleichen Verhältnissen der Genuss eines weichen Wassers aus allgemeinen gesundheitlichen Rücksichten vorzuziehen ist.

Wenn die Härte hauptsächlich eine Folge der Anwesenheit von kohlensaurem Kalk ist, so wird erfahrungsgemäss auch ein verhältnissmässig härteres Wasser gut vertragen. Ein Wasser, das aber in Folge eines bedeutenden Gehaltes von Gyps oder an Verbindungen der Bittererde erheblich hart ist, erzeugt Verdauungsstörungen, Diarrhöen und übt auf viele Personen einen nachtheiligen Einfluss aus. Namentlich hält man Wasser mit einem erheblichen Gehalt an Magnesiasalzen für nicht besonders gesund.

Man will in Frankreich beobachtet haben, dass sich die Bevölkerung da, wo ihr Wässer von verschiedener Härte zu Gebote standen, blos durch den Geschmack geleitet und ohne ihre chemische Beschaffenheit zu kennen, instinctiv immer jenen vorzugsweise zugewendet hat, deren Härte eine mässige oder geringe war.

Ein weicheres Wasser hat den Vortheil, dass es die gleiche Härte an allen Stellen einer selbst sehr langen Leitung erhält und keine Ablagerung bildet, während härteres und hartes Wasser stets einen geringeren oder grösseren Bodensatz absetzt und die Leitungsröhren incrustirt.

Hülsenfrüchte und Fleisch kochen sich in hartem Wasser schlecht, weil ihre Eiweisskörper mit den Erdsalzen des Wassers unlösliche Verbindungen bilden. Zum Reinigen des Körpers und der Wäsche ist ebenfalls weiches Wasser vorzuziehen, weil die alkalischen Erden mit den Fettsäuren der Seife unlösliche Verbin-

dungen eingehen und die letzteren ihrer eigentlichen Bestimmung entziehen, so dass hiebei grosse Mengen von Seife verloren gehen. Auch zu vielen industriellen Verwendungen, z. B. zum Bierbrauen, Färben, zum Speisen von Dampfkesseln ist zu hartes Wasser schlecht geeignet.

Aus allen diesen Gründen erklärt sich die Mehrzahl der Hygieniker zu Gunsten eines weicheren Wassers und stellt als Grundsatz auf, dass das einer Ortschaft zuzuführende Wasser nicht mehr als 18—20 Härtegrade besitze, d. h. dass in 100.000 Gewichtstheilen Wasser nicht mehr als 18—20 Gewichtstheile Kalk und Bittererde enthalten seien.

Die Menge aller festen Bestandtheile, welche ein gutes Trinkwasser nicht überschreiten soll, wurde vom Sanitäts-Congress zu Brüssel normirt und ausgesprochen, dass 50 feste Theile in 100.000 Theilen Wasser als obere Grenze für tadelloses Wasser anzusehen sei. In der Regel dürfte aber ein Mehrgehalt des Wassers an festen Theilen bis zu 60, 70 und 80 Theilen in 100.000 Theilen die Güte und Brauchbarkeit des Wassers nicht beeinträchtigen, wenn nur das Wasser sonst von Verunreinigungen frei ist und der beiweitem grösste Theil der festen Bestandtheile aus kohlensauren Salzen des Kalkes und der Magnesia, gelöst durch freie Kohlensäure besteht. Dass aber die vom Brüsseler Sanitäts-Congresse festgestellte Grenze nicht willkürlich, sondern mit Berücksichtigung aller für die gesundheitliche Eignung eines Wassers wichtigen Factoren gewählt wurde, erhellt aus folgender Ueberlegung:

Die kohlensauren alkalischen Erden sind im Wasser nur als saure Salze oder, wenn man so will, mit Hilfe freier Kohlensäure löslich, und selbst dann ist ihre Löslichkeit keine unbegrenzte. Wenige Trinkwässer sind an Kohlensäure so reich, dass dadurch mehr als 20 Theile Kalk und Magnesia in 100.000 Theilen gelöst erhalten werden können. 20 Theile Kalk geben aber 35 und 20 Theile Magnesia 44 Theile kohlensaures Salz, welches beim Abdampfen zurückbleibt; es restiren demnach für die Alkalien, abgesehen von anderen Bestandtheilen 6—15 Theile, — Mengen, welche in dieser Verdünnung erfahrungsgemäss für die Gesundheit des Menschen ohne Bedeutung sind. Uebersteigt die Menge des festen Rückstandes von 100.000 Theilen Wasser diese Ziffer um ein Bedeutendes, so kann dasselbe wohl allerdings noch zum grössten Theile aus Kalk und Magnesia bestehen, diese können nun aber nicht mehr durchweg kohlensaure Salze sein, sondern sie müssen auch als chlor-, salpetersaure und schwefelsaure Verbindungen in grösserer Menge auftreten, und alle diese Salze führen erfahrungsgemäss, wenn sie durch einige Zeit mit dem Trinkwasser einverleibt werden, um so eher und sicherer zu verschiedenen Erkrankungen des Verdauungs-Canales, in je grösserer Menge sie im Wasser enthalten sind und je weniger das einzelne Individuum von früher her daran gewöhnt war. Oder aber: die Gesammtmenge der festen Theile enthält wohl Kalk und Magnesia als kohlensaure Verbindungen, so muss der Rest, dem oben über die Löslichkeit dieser kohlensauren

Verbindungen Gesagten zufolge, der grössere Theil, durch Alkalien vertreten sein und auch diese sind wieder an Chlor, Salpetersäure und Schwefelsäure gebunden.

Organische Substanzen.

Von besonderem hygienischen Interesse sind die organischen Substanzen des Wassers. Sie finden sich im Wasser bald gelöst, bald suspendirt; theils sind sie vegetabilischer, theils animalischer Abstammung.

Die Natur und die Menge dieser organischen Substanzen hängt, wie bereits oben erwähnt wurde, von der Beschaffenheit der Luft und des Bodens ab, welche das Wasser durchwanderte.

Selbst das reinste Quellwasser ist nicht frei von organischen Bestandtheilen. Denn auf der Erdoberfläche und in der Erdkrume finden fortwährend Zersetzungsprocesse statt, denen die hier befindlichen Pflanzenstoffe, die abgefallenen Blätter, die zurückbleibenden Wurzeln u. s. w. anheim fallen, wodurch verschiedene organische Substanzen, sogenannte Humusstoffe entstehen und sich vermöge ihrer Löslichkeit dem Wasser, dem sie während ihrer Bildung auf oder im Boden begegnen, mittheilen.

Die gesundheitliche Bedeutung dieser durch Zersetzung von Pflanzengewebe entstandenen organischen Substanzen ist ganz unzweifelhaft bei manchen derselben (Quellsäure, Quellsalzsäure) eine sehr geringe, bei anderen vielleicht eine sehr hohe. So z. B. bringt man den Reichthum des Sumpfwassers an vegetabilischen Zersetzungsstoffen mit dem Entstehen von Malariafiebern, Ruhr, Diarrhöe u. s. w. in ursächlichen Zusammenhang. Stichhältige, jeder Kritik Stand haltende Beweise hiefür sind aber noch nicht erbracht, wohl aber spricht mancherlei Erfahrung in diesem Sinne. Schon Hippokrates sagt, dass Menschen, die Sumpfwasser trinken, grosse Milzen bekommen. Zahlreiche langjährige Beobachtungen englischer Flottenärzte*) haben sichergestellt, dass sehr häufig dort, wo pflanzliche Zersetzungsstoffe das Wasser stark verunreinigten, der Genuss desselben Diarrhöen und Dysenterien zur Folge hatte. Die Literatur ist überaus reich an derartigen Fällen, von denen nachfolgendes Beispiel angeführt sei.

Im Jahre 1834 ging ein Transport von 800 gesunden Soldaten auf drei Fahrzeugen von Algier nach Marseille, wo sie zu gleicher Zeit anlangten: 2 Schiffe mit 680 Mann kamen gesund an, von den 120 des dritten waren während der Seereise 98 am „Sumpffieber" erkrankt und 13 gestorben, während das Schiffsvolk gesund blieb. Die beiden ersten Schiffe waren mit gutem Wasser versorgt, während die Soldaten (nicht aber das Schiffsvolk) des dritten Schiffes ein Wasser zum Trinken erhielten, dass aus einer sumpfigen Gegend stammte**).

*) Friedel, die Krankheiten in der Marine, 1860. Parkes, A Manual of practical hygiene. 1866. S. 54.

**) Brit. med. Journal 1869, April.

Eine besondere Wichtigkeit in gesundheitlicher Beziehung hat die Frage, welche Bedeutung die Wasserverunreinigung durch jene animalischen Stoffe habe, welche theils aus Senkgruben u. dgl. durch das Erdreich in das Wasser einsickern, theils vermittelst der Canäle in die Flüsse und Ströme gelangen.

Ob der Genuss eines excrementiell verunreinigten Wassers krank mache oder nicht, ist gegenwärtig noch ein Gegenstand der Forschung und des wissenschaftlichen Streites. In keinem Wasser sind bis jetzt irgend welche Krankheitsgifte oder schädliche Potenzen nachgewiesen; weder die Chemie noch das Mikroskop bieten Mittel, durch welche unter den organischen Substanzen die schädlichen erkannt werden können. Dieser negative Ausfall beweist aber nichts, da beim Trinkwasser nicht jeder Tropfen giftig zu sein, sondern erst durch die Menge und den häufigen Genuss eine Wirkung einzutreten braucht*).

Diese Frage kann demnach gegenwärtig nur durch statistische Forschung, welche die ärztlichen Erfahrungen über die Wirkung verschiedenen Wassers auf die Gesundheit zusammenfasst, geklärt werden. Es ist aber auch nach dieser Richtung schwierig und bedarf ganz besonders günstiger Umstände, um aus den Erfahrungen, welche beim Gebrauch von mit mineralischen Zersetzungsstoffen behaftetem Wasser gemacht wurden, folgerichtige und wissenschaftlich unanfechtbare Schlüsse zu ziehen. Man muss sich stets vor Augen halten, ob die beobachteten Erkrankungen nicht auch oder nicht nur anderen Ursachen als dem Wassergenuss zuzuschreiben sind. In der Fehlerhaftigkeit der meisten derartigen Beobachtungen ist es begründet, dass gegenwärtig in Bezug auf die Frage, inwiefern ein animalisch-organische Substanzen enthaltendes Wasser gesundheitsschädlich wirke, noch sehr ungenügend geklärt ist.

Die meisten und die beweisendsten Thatsachen liegen darüber vor, dass ein an animalisch-organischen Substanzen reiches Wasser, ebenso wie ein durch pflanzliche Zersetzungsstoffe verunreinigtes, Dysenterien und Diarrhöen, insbesondere katarrhalische Processe des Darms verursache. Von den zahlreichen diesbezüglichen Fällen sei nur nachfolgender angeführt**):

Im Salford-Gefängnisse brach eine cholera-ähnliche Diarrhöe aus, welche 57% der Gefangenen ergriff, dagegen die Beamten und deren Familien, welche im Gebäude vertheilt wohnten, gänzlich verschonte. Die Nahrung der Gefangenen wurde untersucht und gut befunden; auch die Luft konnte die Krankheits-Ursache nicht enthalten, da beide Theile der Insassen in dieser Beziehung ja gleich standen; so wurde denn der Verdacht nothwendig auf das Trinkwasser gelenkt und nun entdeckte man, dass, obgleich die Wasserversorgung des ganzen Gebäudes denselben Ursprung hatte, die Beamten eine Cisterne für ihren eigenen Gebrauch hatten, und dass das Ueber-

*) Sander, Handbuch der öffentl. Gesundheitspflege. Leipzig 1877. S. 261.
**) Wilson, Handbuch der Gesundheitspflege. Berlin 1877. S. 248.

flussrohr der für die Gefangenen bestimmten Cisterne nicht verschliessbar war und mit einer offenen Kloake in Verbindung stand. Am Tage des Ausbruches der Krankheit war bemerkt worden, dass das Wasser missfarbig war und einen üblen Geruch von sich gab. Augenscheinlich hatte es Kloakengase absorbirt, die durch das Ueberflussrohr emporgestiegen waren. Dass dies wirklich die einzige Ursache der Krankheit war, geht daraus hervor, dass dieselbe beinahe ebenso schnell verschwand, wie sie gekommen war, nachdem die Cisterne geleert und gereinigt und das Ueberflussrohr mit einem Verschluss versehen wurde.

Ob Typhus und Cholera mit einem derart beschaffenen Wasser in ursächlichem Zusammenhang stehen, ist gegenwärtig noch nicht mit Sicherheit festgestellt, sondern eine sehr streitige Frage. Es gibt eine grosse Zahl von hervorragenden Hygienikern, die an die Mittheilbarkeit der Typhus-Erkrankung durch Wasser nicht glauben, während andere behaupten, dass das Typhus- und Choleragift nicht nur durch das Wasser in den Organismus übertragen werde, sondern dass gerade dies die allergewöhnlichste Art der Verbreitung ist. Namentlich hat man in England zahlreiche locale Ausbrüche des Typhus und der Cholera sorgfältig untersucht und dieselben mit aller Präcision und Vollständigkeit nach den verschiedenen Richtungen und Details verfolgt und dieselben auf Grund dieser Ergebnisse als Beweise für die Verbreitung dieser Krankheiten durch schlechtes Trinkwasser hingestellt.

Einzelne dieser Beobachtungen und auch in Wien gemachte Erfahrungen sprechen in der bestechendsten Weise für die Richtigkeit der Annahme, dass ein an animalisch-organischen Substanzen reiches Wasser zur Typhus-Ursache wird.

Insbesondere wurde wiederholt beobachtet, dass die typhösen Erkrankungen besonders dann häufig und intensiv auftreten, wenn das Faulstoffe enthaltende Wasser durch einige Zeit stagnirt. Auch liegen mehrfache Erfahrungen darüber vor, dass Eis, welches aus einem an organischen Zersetzungsstoffen reichen Wasser gewonnen war, typhöse Erkrankungen bei Personen hervorrief, welche es behufs Kühlung ihres Trinkwassers zugleich mit diesem genossen.

Jedenfalls ist die Zahl solcher Erhebungen, nach welchen ein mit animalisch-organischen Substanzen verunreinigtes Wasser Typhus verursacht hat, eine sehr grosse; viele Beobachtungen dieser Art sind mit der grössten Umsicht, ohne alle Einseitigkeit vorgenommen worden und in einzelnen Fällen ist der Zusammenhang zwischen dem Wasser und dem Epidemie-Ausbruch geradezu in die Augen springend. Damit ist natürlich nicht gesagt, dass das Wasser die einzige Ursache des Typhus sei oder dessen Ausbreitung allein vermittle.

Auch bezüglich der Entstehung und Verbreitung der Cholera durch ein in Folge des Gehalts an animalisch-organischen Substanzen verunreinigtes Trinkwasser sind mancherlei beweisende Thatsachen angeführt worden, obwohl einzelne namentlich in Deutsch-

land gemachte Beobachtungen dagegen sprechen. Immerhin ist eine Reihe von Fällen auf das genaueste constatirt, in welchen der Ausbruch und die Verbreitung von Cholera einzig und allein auf die Inficirung von Trinkwasser, das mit excrementiellen Substanzen beladen war, zurückgeführt werden muss. Namentlich hat es sich wiederholt gezeigt, dass, wenn die Ausleerungen von an Diarrhöen oder wirklicher Cholera erkrankten Personen in ein Trinkwasser kamen, hiedurch die Ausbreitung der Cholera wesentlich begünstigt wurde.

Die Abhängigkeit der Cholera vom Trinkwasser will man in England auch dadurch constatirt haben, dass Orte, welche in einer früheren Epidemie schwer gelitten haben, bei einer späteren verschont blieben, nachdem in der Zwischenzeit das Trinkwasser verbessert, sonst aber keine erhebliche Aenderung in hygienischer Beziehung eingetreten war.

Auch noch andere Krankheiten, insbesondere gelbes Fieber, Erisipel und auch Diphtheritis werden als solche bezeichnet, die durch den Genuss eines animalische Verunreinigungen enthaltenden Wassers entstehen können oder wenigstens in ihrer Verbreitung und Intensität gesteigert werden. Doch fehlt es in dieser Beziehung noch sehr an beweiskräftigen Thatsachen.

Wiederholt wurde auch die Beobachtung gemacht, dass das Vieh an Milzbrand erkrankt, wenn es mit Wasser aus Brunnen, zu denen die Mistjauche Zutritt hat, oder aus Teichen, deren Wasser mit vielen Faulstoffen geschwängert ist, getränkt wird. Es machen sich hiebei übrigens dieselben Erfahrungen wie beim Erkranken des Menschen geltend; kräftige und starke Thiere überwinden häufig die Schädlichkeiten, andere unterliegen ihnen rasch oder nach mehr oder weniger langer Zeit.

Dass ein Faulstoffe enthaltendes Wasser ein sehr beachtenswerther Factor für die Beurtheilung gewisser gesundheitlich wichtiger Verhältnisse sei, darüber herrscht allgemeine Uebereinstimmung; aber während die einen behaupten, dass ein solches Wasser nicht nur einer der häufigsten Träger des Typhusgiftes und anderer Krankheitskeime sei, und die directe Entstehung als auch Verbreitung gewisser Epidemien bewirke, meinen die Anderen, das faulstoffhaltige Wasser sei solches zu leisten nicht im Stande, es sei hingegen eine wohl zu beachtende Anzeige eines verunreinigten Bodens, welcher letztere und nicht das Wasser Krankheitsstoffe gebärt oder bei der Entwicklung ihrer schädlichen Eigenschaften mitwirkt.

Möge die Entscheidung der Frage nach den Beziehungen zwischen Trinkwasser und Krankheiten wie immer ausfallen, für den praktischen Gesichtspunkt der öffentlichen Verwaltung wird das ziemlich gleich sein. Unter allen Verhältnissen wird man sich nur für die Versorgung mit einem reinen Wasser aussprechen können, weil es widersinnig wäre, zur Reinigung ein Wasser zu gebrauchen, dass selbst vermehrungsfähige unreine Dinge enthält.

Es ist demnach auf alle Fälle begründet, wenn man die Forderung aufstellt, dass das den Ortschaften zu bietende Wasser vollkommen frei von solchen organischen Substanzen sei, die einen erheblichen Gehalt des Bodens an Faulstoffen oder Modersubstanzen andeuten.

Es ist hier zu bemerken, dass die Bezeichnung „organische Substanz" eben nur ein Sammelbegriff ist, unter dem die verschiedenartigsten kohlenstoff- und stickstoffhaltigen Stoffe verstanden werden. Immer muss demnach die Möglichkeit zugegeben werden, dass sowohl einerseits ein Wasser viel organische Substanzen enthalten und dennoch unschädlich sein und dass andererseits ein Wasser verhältnissmässig wenig organische Substanzen führen und dabei recht gefährlich sein kann.

Manche organische Substanzen sind zugleich auch organisirt. So beherbergt das Wasser die Eier und die Jugendformen vieler Parasiten, namentlich von Ascaris lumbricoides, Botriocephalus latus, Distoma hepaticum, Hirudo vorax, ferner unzählig viele Arten von Infusorien, Rotatorien und Rhizopoden. Ebenso enthält das Wasser verschiedene mikroskopisch kleine Organismen der Pflanzenwelt (Algen).

Welche Bedeutung diese Organismen an und für sich haben, lässt sich nur ausnahmsweise dann bestimmen, wenn man dieselben isolirt unter dem Mikroskope hat, ihre Natur erkennt und ihre physiologische Beziehung zum Menschen genügend aufgeklärt ist (z. B. bei Bandwurm-Eiern). Betreffs der Bedeutung der eigentlichen Infusorien liegt bis jetzt nichts Sicheres vor. Im Magen werden sie höchst wahrscheinlich bald getödtet und zum Theil verdaut. Ebenso ist unsere Kenntniss bezüglich der gesundheitlichen Bedeutung pflanzlicher im Wasser vorkommender Organismen (Algen und Pilze) sehr mangelhaft. Man kann nur annehmen, dass die lichtbedürftigen, chlorophyll- und farbstoffbildenden Organismen kaum schädlich wirken dürften, ja gewisse Wasserpflanzen, wie Protococcus, Chara u. s. w., scheinen geradezu zur Verbesserung des Wassers beizutragen, indem sie grosse Mengen von Sauerstoff abgeben und dadurch die Oxydation aufgelöster organischer Substanzen bewirken.

Trotzdem ist die Anwesenheit von lebenden Organismen im Trinkwasser nicht gleichgiltig; denn selbst wenn man davon absieht, dass diese Organismen durch eine Art Parasitismus Schaden bringen können, so deutet ihr Vorhandensein stets auf sich zersetzende stickstoffhaltige Substanzen in den Wässern hin.

Man findet deshalb Organismen in reinem Quell- und Brunnenwasser sehr selten. Wo sie hingegen in grossen Mengen vorkommen, setzen sie in der Regel erhebliche Verunreinigungen des Wassers voraus und werden durch ihr Absterben und durch die darauf folgende Zersetzung selbst neue Quellen weiterer Wasserverderbniss.

Bedeutung der Nitrate, Nitrite, Chloride, Sulfate und des Ammoniak im Wasser.

Ammoniak und seine Salze, sowie auch die im Wasser vorkommenden Chlorverbindungen, ferner die Sulfate, Nitrite und Nitrate sind für den Körper in der Menge, wie sie im Wasser erfahrungsgemäss zu finden sind, an und für sich indifferent. Erst ein grosser Gehalt an salpetersauren Salzen, an Chlorverbindungen oder Bittersalz kann Störungen des Digestions-Apparates bedingen. Dennoch sind aber diese Substanzen, sobald sie im Trinkwasser überhaupt vorkommen, von höchster Bedeutsamkeit und ihre Anwesenheit macht ein Trinkwasser verdächtig oder gesundheitlich nachtheilig.

Die Substanzen sind nämlich als Indicatoren dafür anzusehen, dass das Wasser aus einer unreinen Quelle stammt, dass es durch einen an animalischen Abfallstoffen reichen Boden seinen Weg nahm, oder überhaupt mit faulenden, gefährlichen Substanzen in Berührung war. Diese Körper sind also keineswegs als toxisch wirkende Stoffe im Trinkwasser gefährlich, sie sind es nur vermöge ihrer Abstammung.

Wenn die zum grossen Theil stickstoffhaltigen Abgänge des Lebens, des Haushaltes und der Industrie in den Boden gelangen, so werden sie unter der Einwirkung des Sauerstoffes und der überall verbreiteten Gährungs-Erreger in die mannigfaltigsten Verbindungen zersetzt und in einer Reihe von Spaltungs- und Oxydations-Vorgängen in immer einfachere Körper und schliesslich in Wasser, Ammon, salpetrige und Salpetersäure übergeführt. Die letzt genannten Körper sind demnach, wenn sie im Trinkwasser gefunden werden, hervorgegangen aus dem Zerfalle pflanzlicher und thierischer Ueberreste, durch Processe, welche mit den Begriffen: „Gährung, Verwesung, Fäulniss" bezeichnet werden. Das Wasser, das sie enthält, kann noch mehr oder weniger mit einem Theil jener räthselhaften Substanzen beladen sein, auf welche die krankmachende Wirkung putrider Flüssigkeiten zurückgeführt wird.

Nach dem über diese Verunreinigungen, namentlich über ihre Abstammung Gesagten kommt nur selten eine der genannten Substanzen im Trinkwasser allein vor, und wenn, so ist es gewöhnlich die Salpetersäure; in diesem Falle darf man annehmen, dass die vorhandenen anderen hierhergehörigen Stoffe bereits der vollständigen Oxydation unterlegen sind, und daher kommt es, dass manche Hygieniker einen ganz kleinen Gehalt an Salpetersäure (0·4 in 100.000 Theilen) im Trinkwasser noch zulässig finden.

Betreffs der Umstände, welche bei der Bildung der Salpetersäure aus organischen Substanzen des Bodens mitspielen, haben neuere Untersuchungen von Schlösing und Müntz sehr interessante Aufschlüsse geliefert. Diesen Untersuchungen zufolge wird man zu der Annahme gedrängt, dass mikroskopisch kleine Pilze durch ihr Leben, ihre Entwicklung und ihre Vermehrung im Boden die organische Substanz in ähnlicher Weise in

Salpetersäure umwandeln, wie die Hefezellen in der Würze den Zucker zu Alkohol umsetzen.

Die Versuche von Schlösing und Müntz zeigen, dass Canalwasser nach dem Erhitzen auf 110° unverändert bleibt, wenn keine Sporen aus der Luft hinzutreten können. Fügt man aber etwas Ackererde hinzu und leitet atmosphärische Luft hindurch, so treten bald Nitrate auf. Gleichzeitig bilden sich längliche Organismen, welche den Bacterien sehr verwandt sind, sich aber durch Knospenbildung vermehren, häufig in Form zweier länglicher oder runder, an einander gereihter Zellen auftreten und bei 100° rasch getödtet werden.

Wie bei allen durch Organismen hervorgerufenen Proeessen ist auch hier die Temperatur von grossem Einfluss auf die Salpeterbildung. Unter 5° ist sie fast Null; erst bei 12° wird sie merklich, um bei 37° ihren Höhepunkt zu erreichen und bei 55° völlig zu erlöschen.

Sehr wesentlich ist der Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffes, eine Bedingung, die im lockeren Boden am vollkommensten erreicht wird. Bei Flüssigkeiten steht dem entsprechend, unter sonst gleichen Bedingungen die Menge des gebildeten Salpeters im directen Verhältniss zur Ausdehnung der Oberfläche. Eine fernere Bedingung für die Salpeterbildung ist ein gewisser Feuchtigkeitsgrad des Bodens. Trocknet die Erde aus, so werden die Organismen getödtet, die Salpeterbildung gehemmt; zu grosse Feuchtigkeit hindert den Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffes. Erforderlich ist auch eine schwach alkalische Reaction, doch hemmt bereits ein Gehalt von 0·3% kohlensaurem Alkali die Salpeterbildung.

Unbedingt nothwendig für die Lebensthätigkeit der Salpeter bildenden Organismen sind organische Stoffe. Bei niedriger Temperatur und mangelhaftem Luftzutritt bilden sich vorwiegend salpetrigsaure Verbindungen.

Eine besondere Bedeutung haben die Ammonverbindungen und etwa im Wasser vorfindliche grössere Mengen von Kali, Chlor, Phosphorsäure. Sie deuten, da diese aus Abfallstoffen stammenden Körper von dem nicht übersättigten Boden leicht und vollständig zurückgehalten werden, auf die Insufficienz der natürlichen Reinigungsvorgänge im Boden hin.

Sind neben Salpetersäure auch noch salpetrige Säure, Ammon und organische Substanzen vorhanden, ist demnach die Reihe jener Substanzen, die schliesslich aus Faulstoffen entstehen, geschlossen, dann ist auch der Beweis geliefert, dass die Oxydation derselben noch nicht beendet ist und dass die Gefahren für die Gesundheit in solchem Wasser noch in vollster Kraft stehen.

Auch ein grösserer Gehalt an Chlorverbindungen lässt verunreinigende Zuflüsse zum Wasser vermuthen. Da jedoch der Salzgehalt des Bodens und damit auch die Chlormenge der nicht verunreinigten Brunnen und Quellwässer an den verschiedenen Orten ungleich ist, so lässt sich kaum bezüglich des Chlors ein allgemein giltiger Grundsatz oder ein Grenzwerth aufstellen.

Viertes Capitel.

Wasserversorgung.

Regenwasserversorgung.

Die Versorgung der Ortschaften mit Wasser findet in der verschiedensten Weise statt. Hie und da ist man gezwungen, sich mit Regenwasser zu begnügen.

Das Regenwasser entspricht, wie bereits erörtert wurde, den Anforderungen eines guten Trinkwassers in keinem Falle in vollem Mass, meist aber sehr unzureichend; oft kann es geradezu schädlich werden. Namentlich kann das Regenwasser, beim ersten Regenfall auf schmutzigen oder metallenen Dächern oder auf anderen unreinen Flächen gesammelt oder in schlechten Cisternen aufbewahrt, recht gefährlich werden. Wenn in regenarmer Zeit kein frischer Zufluss stattfindet, fängt das Wasser zu faulen an. Es entwickeln sich verschiedene Fäulnissgase und es bildet sich ein schlammartiger Bodensatz. Mit der Zeit werden alle Zersetzungsstoffe vergast; das Wasser wird dann wieder klar, geschmack- und geruchlos. Manchmal wird man das Regenwasser durch sorgfältige Filtration verbessern und dann in Nothlagen als Genusswasser benützen können.

Die Menge des an einem Orte jährlich fallenden Regenwassers ist zunächst von der geographischen Lage, von der Entfernung des Meeres und von der Formation des Bodens abhängig. Winde, die von höheren in niedrigere Breiten wehen, sind relativ trocken, ausser dort, wo sie auf Gebirge treffen. Die Passate sind trockene Winde, die Antipassate aber Regenwinde. Hoch aufragende Gebirgskämme, welche einem vom Meere kommenden Winde in den Weg treten, sind der Ort der mächtigsten Niederschläge. Ist die Höhe und die Erstreckung des Gebirgszuges, welcher sich senkrecht zur Richtung des Regenwindes demselben in den Weg stellt, beträchtlich, so ist die Windseite des Gebirges reich an Niederschlägen, die Leeseite, auch Windschatten genannt, dagegen regenarm.

Die Regenmengen werden in Millimetern ausgedrückt, und geben die Höhe an, bis zu welcher das atmosphärische Wasser den Boden bedecken würde, wenn kein Abfluss und keine Verdunstung stattfindet.

Die Menge des Niederschlages wird mit dem Regenmesser gemessen. Derselbe besteht aus dem Auffanggefässe und dem Messglas.

Das Auffanggefäss ist von cylindrischer Form und hat eine Fläche von $^1/_{20}$ Quadratmeter. Am unteren Ende des Auffanggefässes befindet sich ein selbstschliessender Hahn.

Das Auffanggefäss ist an einem Orte aufzustellen, wo der Niederschlag von allen Seiten freien Zutritt hat, und welcher in

der Regel starkem Winde nicht ausgesetzt ist, also in einem Garten an einer baumfreien Stelle oder in der Mitte eines grösseren Hofes, entfernt von Bäumen oder Mauern, keineswegs aber am Dache eines Hauses. Behufs Aufstellung des Instrumentes wird ein beiläufig $2^1/_2$ Meter hoher, 11 Centimeter im Viereck dicker Pfahl $^1/_2$ Meter tief, möglichst vertical, in den Boden eingegraben, und am obersten Theile desselben — wie aus der Figur 1 zu sehen — der schmiedeiserne Bügel des Apparates mittelst Schrauben derart befestigt, dass die Auffangfläche genau horizontal steht.

Fig. 1.

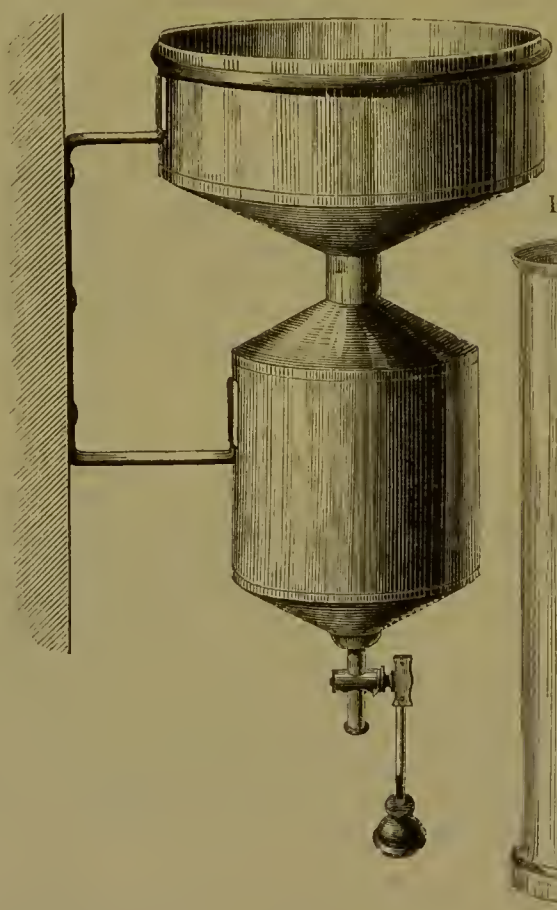
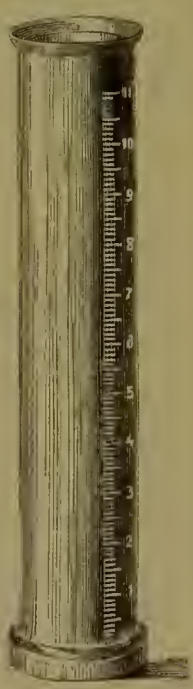


Fig. 2.



Der Regen welcher innerhalb der Auffangfläche herabfällt, sammelt sich im unteren Theile des Auffanggefässes. Um nun die Regenhöhe zu finden, bringt man das zum Regenmesser gehörige Messglas (Figur 2) unter den Schlusshahn und öffnet denselben.

Das Messglas trägt an der Seite eine Eintheilung, auf welcher man ohneweiters ablesen kann, wie gross die Regenhöhe ist. Man stellt hierbei das Messglas, welches dazu mit einem Fusse versehen ist, auf einen Kasten oder Tisch mit möglichst horizontaler Oberfläche, folgt dann mit dem Auge der Eintheilung von unten nach oben, bis die Pupille in gleicher Höhe mit der Wasser-Ober-

fläche liegt, und notirt die Zahl der Millimeter, auf welche die Wasser-Oberfläche zeigt. Diese Zahl entspricht derjenigen Höhe, in welcher der gefallene Regen (oder der geschmolzene Schnee) die Erde bedecken würde, wenn derselbe auf einer horizontalen, für das Regenwasser undurchdringlichen Ebene sich sammeln könnte.

Zum Auffangen des Schnees dient ein eigenes Auffanggefäss, welches von Blech construirt, gleichfalls eine Auffangfläche von $^1/_{20}$ Quadratmeter hat und dessen Höhe mit Rücksicht auf den zeitweise starken Schneefall 25 Centimeter beträgt.

Nach einem Schneefall nimmt der Beobachter das Auffanggefäss in's Haus, lässt den Schnee in der Zimmerwärme schmelzen und erhebt dann die Menge dieses Niederschlages wie beim Regen.

Da beim Beginne des Regens und beim Entleeren in das Messglas erfahrungsgemäss eine gewisse Menge Wassers durch Anhaften an die Wände verloren geht, so ist zur Behebung dieses Fehlers der gefundenen Regenmenge jedesmal 0·1 Millimeter zuzurechnen.

In folgender Tabelle sind die Regenmengen verschiedener Orte zusammengestellt.

Ort	Par. Zoll	Millim.	Ort	Par. Zoll	Millim.
Wien	21.2	574	Gotha	22.9	620
Linz	25.8	698	München	29.9	809
Prag	14.4	390	Strassburg	24.8	672
Rehberg (Böhmerwald)	62.3	1687	Paris	21.4	579
Hohenelbe (Riesengebirge)	34.2	926	Bordeaux	24.4	660
Krakau	20.9	566	Lyon	28.7	777
Czernowitz	20.5	555	Madrid	15.0	407
Ofen	16.7	452	Lissabon	28.7	783
Hermannstadt	23.9	647	Kutais	52.5	1421
Laibach	50.9	1378	Tiflis	18.1	491
Triest	40.4	1093	Kasan	13.1	354
Mailand	35.7	966	Astrachan	4.6	124
Rom	29.6	800	Tobolsk	16.8	456
Palermo	21.4	581	Barnaul	8.6	232
Hannover	19.2	520	Peking	22.4	606

Die Zahlen sind aber nur die arithmetischen Mittel aus einer Reihe von jährlichen Regenmengen und unterliegen im Einzelnen sehr beträchtlichen Schwankungen. Auch die Vertheilung der jährlichen Regenmengen auf einzelne Monate, Wochen und Tage zeigt die grössten Unregelmässigkeiten, weshalb die Schätzung der in einem bestimmten Zeitraume durchschnittlich zu erwartenden Regentage um so unsicherer wird, je kleiner dieser Zeitraum ist.

Es erhellt daraus, dass Ortschaften, wie so viele in Frankreich, Ungarn, Holland und im Orient auf Regenwasser allein angewiesen sind, auch an Wassermangel leiden können, wenn sie nicht durch Anlage hinlänglich grosser Auffangflächen dagegen Vorsorge treffen. Es berechnet sich, dass das Quantum Regenwasser, welches man

von den Dächern sammeln könnte, täglich kaum 15 Liter auf jeden Einwohner ergeben würde, vorausgesetzt, dass der durchschnittliche Regenfall 560 Millimeter beträgt und die Oberfläche der Auffangflächen auf jeden Kopf 10 Quadratmeter entfallen lässt.

Abgesehen von dem Sammeln des Regenwassers auf Dächern, wird dasselbe zumal in England und Schottland noch auf andere Weise aufgefangen und für viele Orte verwerthet. Auf erhöhtem Terrain stellt man grosse Sammelreservoirs her, denen von allen höher gelegenen Seiten das Regenwasser zufliesst, und von denen es mittelst Gravitationsleitung (Wasserleitungen, welche das Wasser aus höher gelegenen Gegenden mit natürlichem Druck herabführen) in die Orte gelangt. Es wird aber von allen englischen Hygienikern darauf hingewiesen, dass das vom cultivirten Boden abfliessende Regenwasser stets mehr oder weniger durch die Aufnahme von organischer Materie des Düngers verunreinigt ist.

Quellwasserversorgung.

Quellen, deren Adern einem reinen Boden entstammen, liefern in der Regel ein Wasser, das allen hygienischen Anforderungen entspricht und ganz besonders zur Wasserversorgung der Ortschaften geeignet ist. Solche Quellen sollten wie ein Heiligthum betrachtet und Alles hintangehalten werden, was die Verderbniss oder Beeinträchtigung der Güte des Wassers einleiten oder verursachen könnte.

Quellen, bei denen wegen ihrer Nähe und Lage von Seite der Ortschaft das Wasser direct an dem Quelleuausfluss geschöpft werden kann, sollten stets gefasst werden, d. h. in dem zerklüfteten Gestein, aus welchem die Quelle zu Tage tritt, sollte ein gemauerter Behälter mit einer in entsprechender Höhe angebrachten Ausflussöffnung hergestellt sein, damit kein „wildes" Wasser von der Seite Eingang finde, ein Aufrühren der Bodenbestandtheile und eine Trübung des Wassers vermieden und die Reinlichkeit des Quellwasserausflusses gehandhabt werden könne. Die Fassung muss zugänglich sein, um etwaige Quellabsätze entfernen zu können. Sehr zweckmässig und meist leicht durchführbar ist es auch, zur Abhaltung von Luftstaub und zum Schutze gegen Licht und Witterungsverhältnisse ein Quellhäuschen zu errichten. Von grösster Wichtigkeit ist es, dass der Boden jenes Gebietes, dessen meteorisches Wasser nach dem Durchsickern durch das Erdreich die Quelle speist, möglichst rein gehalten und dass namentlich das Ablassen der Abfälle des Haushalts und der Industrie in den Boden verhütet werde.

Die Ergiebigkeit einer Quelle wird dadurch bestimmt, dass man sie in ein Gefäss, dessen Rauminhalt bekannt ist, leitet und die Zeit berücksichtigt, in welcher das Gefäss mit dem Quellwasser erfüllt wird. Es ist jedoch zu bemerken, dass die Ergiebigkeit der Quelle nicht zu jeder Zeit dieselbe ist, sondern je nach Jahreszeit und Witterungsverhältnissen oft bedeutend wechselt.

Ortschaften und namentlich grosse Städte, welche Quellen, die ausreichendes Wasser liefern, selten in der Nähe haben, sind genöthigt, das Wasser aus der Ferne zu nehmen und Wasserleitungen anzulegen.

Eine vom hygienischen Standpunkte ganz und gar verwerfliche Zuleitungsart ist die in offenen oder schlecht bedeckten Rinnen, da hiebei das Wasser durch Jauche, Staub u. s. w. im höchsten Grade verunreinigt werden kann und bedeutende Aenderungen der Temperatur erfährt. Letzterer Umstand ist auch dann noch möglich, wenn eine lange Leitung zwar völlig geschlossen ist, aber flach liegt.

Eine zweckmässige Leitung muss so eingerichtet sein, dass in dieselbe von aussen oder aus dem Leitungsmaterial nichts dringen kann, dass die Temperatur des Wassers innerhalb der für ein gutes Trinkwasser geltenden Grenzen erhalten bleibt und dass eine Sprengung der Leitung durch mechanische Gewalt oder durch Frost ausgeschlossen ist. Es muss auch darauf Bedacht genommen werden, dass zur Zeit, wo an der Leitung Reparaturen vorgenommen werden müssen, das Publicum mit Wasser versorgt bleibt. (Doppelte Sammelreservoirs u. s. w.)

Die Leitung kann in dem Falle, als das Wasser stets nur tiefer zu fliessen hat, aus Canälen bestehen, die nur theilweise mit Wasser bespült werden; hingegen muss der Querschnitt des Leitungsrohres ganz mit Wasser gefüllt sein, wenn man gezwungen ist, der Gestalt des Terrains zu folgen und die Leitung bald bergab, bald bergauf zu führen. Selbstverständlich muss in diesem Falle das Rohr den sich hierbei ergebenden, oft sehr bedeutenden hydrostatischen Druck auszuhalten im Stande sein.

In hygienischer Beziehung sind Röhrenleitungen, die voll mit Wasser angefüllt sind und permanent in Betrieb stehen, vorzuziehen. In nicht ganz oder nicht immer mit Wasser angefüllten Leitungen siedeln sich gern Algen und andere Organismen an, auch finden leichter Ausscheidungen von Erdcarbonaten statt.

Zur Wasserleitung werden gebraucht:

1. Hölzerne Röhren. Sie bersten oft, faulen leicht, bedürfen fortwährend Ausbesserungen, werden von Insecten häufig angebohrt, in der Holzwand entwickeln sich zahlreiche Vegetationen (Pilze), welche die Bildung von Holzdetritus veranlassen, der dann vom Wasser ausgelaugt und fortgeschwemmt wird; sie sind aus diesem Grunde für grössere permanente Leitungen nicht zu empfehlen.

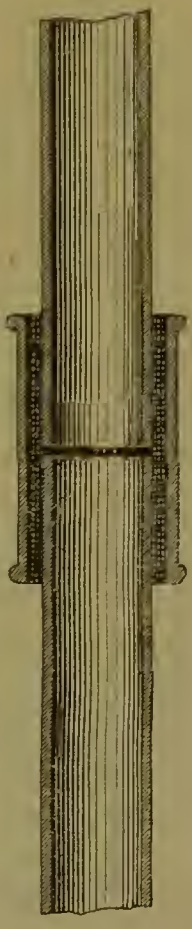
2. Thönerne Röhren. Dieselben brechen leicht, insbesondere beim Frost, halten keinen grossen Druck aus und sind schwer untereinander zu verbinden. Die Verbindung geschieht entweder durch Einstecken eines Rohres in eine Erweiterung (Becher) des anderen (Fig. 3) oder durch Ueberschieben von Muffen über die aneinander gelegten Röhrenwände (Fig. 4); die Verbindungen werden dann gedichtet und zwar durch mit Fett getränkte oder mit Harz imprägnirte Wolle oder mit verschiedenen Kittmaterialien; Cement

als Verschluss-Substanz lässt sich bei Thonröhren nicht anwenden, da dieser wegen ungleicher Expansion ein Sprengen der Muffe oder des Bechers bei plötzlichen Temperaturs-

Fig. 3.

änderungen bewirkt. Nicht glasirte Thonröhren sind überdies sehr porös und an ihrer Innenfläche rauh, was häufig zur Algenbildung und zu Absätzen Anlass gib. Glasirte Thonröhren können die Uebelstände aufweisen, welche bei allen Thonwaaren (siehe Essgeschirre) mit Beziehung auf eine bleihaltige und bleiabgebende Glasur zu befürchten sind.

Fig. 4.



3. Leitungen und Röhren aus Cement sind sanitär unbedenklich, doch ist ihre allgemeine oder häufige Verwendung dadurch eingeschränkt, dass sie eine beträchtliche Wandstärke erfordern und in grossen Dimensionen nicht mit Vortheil hergestellt werden können.

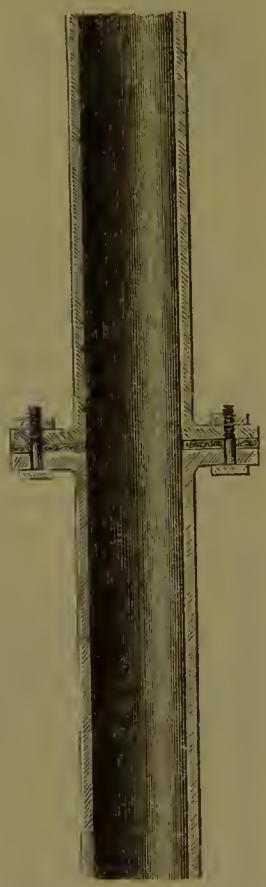
4. Asphaltröhren. Einzelne dieser Fabricate machen das Wasser, namentlich wenn es in diesen Röhren längere Zeit anstaut, riechend. Andere Fabricate geben aber durchaus keine Riechstoffe ab, haben eine sehr glatte Innenfläche, sind ausserordentlich dauerhaft, witterungsbeständig, können leicht und in gesundheitlich völlig zulässiger Weise mit einander verdichtet werden und haben demnach viele Vorzüge. Manche Sorten von Asphaltröhren sollen sich allmälig erweichen.

5. Eiserne Röhren. Sie werden mit einander entweder durch Muffen oder durch Flanschen verbunden. Bei der Flanschenverbindung (Fig. 5) sind die Röhren an beiden Enden mit Scheiben versehen, welche nach Dazwischenlegung eines Blei-, Kupfer- oder auch eines Kautschukringes (Fig. 6) zusammengeschraubt werden. Bei der Muffenverbindung wird das Ende des Rohres in die becherartige Erweiterung des anderen geschoben und die Dichtung durch Einkeilen von Holzkeilen, getheerten Stricken und Vergiessen des übrig bleibenden Zwischenraumes mit Kitt oder mit Blei hergestellt.

Wo ein grösseres Röhrenkaliber nothwendig oder ein bedeutender Wanddruck auszuhalten ist, empfehlen sich gusseiserne Röhren wegen der Einfachheit ihrer Fabrication, wegen ihrer grossen mechanischen Widerstandsfähigkeit, ihrer Billigkeit und der Möglichkeit, sie in relativ grosser Länge, bis 4 Meter, herzustellen, wodurch die Verbindungsstellen vermindert werden. Für engere und gewundene Röhren ist dagegen Schmiedeisen seiner Biegsamkeit wegen geeigneter.

Gusseiserne und schmiedeiserne Röhren, nackt verwendet, haben mitunter den Uebelstand, dass sie das Wasser trüb von suspendirten Eisenoxydhydrat-Partikelchen machen und die Röhren manchmal durch Concretionen auf der Innenfläche verengern. Dieser Nachtheil macht sich aber nur dann in erheblicherem Masse geltend, wenn die Leitung nicht continuirlich mit Wasser gefüllt ist, sondern intermittirend betrieben wird. Durch Emaillirung der Innenfläche oder durch einen Theeranstrich lässt sich in dieser Beziehung abhelfen.

Fig. 5.



Eiserne Leitungsröhren werden sehr leicht durch kochsalzhältiges Wasser angegriffen. Die Durchleitung von Meerwasser durch eiserne Röhren hat erfahrungsgemäss eine rasche Zerstörung derselben zur Folge.

6. Bleiröhren. Diese wegen ihrer Zähigkeit, Löthbarkeit und Biegsamkeit sonst sehr verwendbaren Röhren lassen die Möglichkeit der Wasserverunreinigung durch gelöste und suspendirte Bleiverbindungen zu und sollten bei dem Umstande, als das Trinken von bleihaltigem Wasser auch bei äusserst geringem Bleigehalt sehr gefährlich werden kann, inwendig eine Fütterung mit bleifreiem Zinn oder einen Ueberzug von Schwefelblei haben.

Seit einigen Jahren werden sogenannte Zinnrohre mit Bleimantel hergestellt, bei welchen die innere Wandung aus einem schwachen etwa 0·5 Millimeter starken Zinncylinder besteht, welcher äusserlich mit einem starken Bleimantel versehen ist.

Fig. 6.

Böttger und Pettenkofer glauben, dass Blei durch das elektropositivere Zinn vor den Angriffen des Wassers geschützt werde; Elsner dagegen meint, dass Blei in Berührung mit Zinn positiv sei und dem entsprechend verzinnte Bleiröhren oft stark angegriffen werden. Die Verwendung von Zinnbleiröhren ist bisher eine zu kurze, um auf Grund der bisherigen Erfahrungen über ihre Eignung bestimmt urtheilen zu können.

Die Art, wie das Wasser bleihaltig wird, ist wissenschaftlich noch nicht hinlänglich klargestellt. Die Lösungsbedingungen für Blei scheinen dann am günstigsten zu sein, wenn das Blei durch Luft sich oxydiren kann (bei intermittirenden Leitungen) und das Wasser Chloride und salpetersaure Salze in grossen Mengen enthält. Auch bei Gegenwart von Eisen findet Oxydation des Bleies statt und es entsteht ein bleihaltiger Niederschlag von Eisenoxyd. Dagegen nehmen harte, Kohlensäure und kohlensauren Kalk enthaltende Wässer sehr wenig oder gar kein Blei auf.

Nebst den eigentlichen Leitungsröhren kommen bei allen grösseren Wasserleitungs-Anlagen noch die Sammel- und Hauptreservoirs, die Vorrichtungen zum Absperren, Ablassen, zur Wasservertheilung, zum Wassermessen und bei intermittirender Zuleitung auch noch die Einzelnreservoirs in Betracht. Bezüglich aller dieser Apparate muss vom hygienischen Standpunkte der Grundsatz festgehalten werden, bei Herstellung derselben nur solches Material zu benützen, welches keine schädlichen Stoffe an das Wasser abgibt.

Da die Versorgung eines Hauses mit Wasser in allen Stockwerken nicht nur zur Bequemlichkeit dient, sondern auch eine Gesundheitsmassregel ist, so soll die Höhenlage der Hauptreservoirs möglichst so gewählt sein, dass das Wasser in den communicirenden Röhren nicht allein die höchsten Stockwerke der zu versorgenden Häuser erreicht, sondern auch bei seiner Bewegung in den Röhren die ziemlich bedeutende Reibung so weit überwindet, dass es aus den Zapfhähnen mit Schnelligkeit ausströmt. Man stellt gemeinhin als Forderung auf, dass das Wasser aus den Strassenhydranten noch im freien Strahl 20 bis 25 Meter steige, um damit auch Brände ohne Zuhilfenahme von Spritzen wirksam löschen zu können.

Wo natürliche Höhenzüge es nicht gestatten, diese Bassins namentlich wegen der Abhaltung der Sonnenhitze, in die Erde zu legen, muss man zu künstlichen Unterbauten seine Zuflucht nehmen und Wasserthürme errichten. In dem ersteren Falle sind die Hochbassins gemauerte und überwölbte, in den Wänden mit Cement verputzte Räume von entsprechendem Fassungsraum, meist aus zwei oder mehr Kammern hergestellt und durch Zwischenwände so eingetheilt, dass das Wasser in ihnen einen Schlangenweg machen muss vom Eingangsrohr bis zum Ablaufrohr. Im Falle, wo die Hauptreservoirs auf Unterbauten ruhen, bedient man sich zum Aufsammeln des Wassers eiserner mit schlechten Wärmeleitern umhüllter Blechbehälter.

Eine besondere Beachtung verdienen jene Reservoirs, welche bei intermittirender Leitung gewöhnlich in der höchsten Etage oder im Dachraum eines Hauses zu dem Zwecke aufgestellt sind, um während der Zeit, in welcher die Leitung kein Wasser führt, ein solches für das Haus vorräthig zu haben. Sind diese Reservoirs offen, so fällt aller mögliche Luftstaub in sie hinein, unter Umständen auch Regen. Das Wasser dieser Reservoirs ist dem gleichzeitigen Einfluss von Luft, Wärme und Licht ausgesetzt, was die Entstehung und Entwicklung verschiedener Organismen begünstigt und Schlammbildung veranlasst. Ist das Reservoir unter einem metallenen Dach, oder überhaupt in einem warmen Locale aufgestellt, so wird das Wasser desselben, namentlich im Sommer so hoch temperirt, dass es zum Trinken nicht taugt. Sind solche Reservoirs in der Nähe von Aborten aufgestellt, so kann das Wasser durch die Abortgase leicht inficirt werden. Wird der am Boden dieser Reservoirs mit der Zeit sich ansetzende Schlamm nicht öfter gründlich entfernt,

so erreicht er häufig eine solche Massenhaftigkeit, das alles Wasser des Reservoirs trüb erscheint und Algen und Infusorien nachweisen lässt.

Brunnenwasserversorgung.

Wo die Umstände nicht so günstig sind, dass das Wasser von selbst aus der Erde als Quelle zu Tage tritt, sucht der Mensch dasselbe in dem Boden, in dessen Tiefe es sich ansammelt, auf — er bohrt Brunnen. Man unterscheidet Grundwasserbrunnen und artesische Brunnen.

Das Grundwasser entsteht durch Ansammlung des meteorischen, auf die Erdoberfläche gefallenen, und durch das Erdreich bis zur wasserundurchlässigen Schicht eingesickerten Wassers. Auf die dem Versickern des Wassers einen bedeutenden Widerstand entgegensetzenden Schichten, die bald in grösserer, bald in geringerer Tiefe unter der Bodenfläche sich befinden, sammelt sich das Wasser, indem es die Poren des Erdreiches vollkommen mit Wasser erfüllt und alle Luft verdrängt, als ein unterirdischer Strom oder als ein unterirdisches Wasserbecken an. Ist die für Wasser undurchlässige Schicht geneigt, so fliesst das Grundwasser dem tiefsten Punkte des Abhanges zu. Da im Allgemeinen die undurchlässige Schicht nach dem Flussgebiete hin sich senkt, so fliesst in diesem Falle auch das Grundwasser den Flüssen zu, und daraus erklärt sich, warum einerseits die Flüsse nicht selten drainirend auf ein gewisses Gebiet wirken und warum Schwankungen der Wasserstände eines Flusses sehr oft mit Schwankungen im Stande des Grundwassers parallel auftreten oder dieselben wenigstens beeinflussen.

Die Erfahrung hat gelehrt, dass man oft unter der ersten wasserdurchlässigen Schicht, wenn man dieselbe durchbricht, auf eine zweite, eventuell noch auf eine weitere wasserführende Schicht gelangt. Sobald bei diesen Bohrungen eine Wasserader angestochen wird, welche von einem entlegenen höheren Reservoir gespeist wird, so springt aus dem Bohrloch das Wasser nahe zu so hoch, als der dortige Stand oder die ihm unter Einrechnung aller Widerstände entsprechende Druckhöhe fordert. Solche Brunnen nennt man artesische.

Figur 7 veranschaulicht einen Fall, wie artesische Brunnen zu Stande kommen. *a* ist ein sogenannter aufgeschütteter Boden; *b* ein Brunnen in einer wasserdurchlässigen Sandsteinschichtung *c*; *d* ein Bohrloch auf einer Wasserader *e* über einer undurchlässigen Thonschicht *f*; *g* ist ein Gebirgssee, dessen niedrigster Wasserstand in der Linie *h* liegt; unter der Schicht *c* liegt ein undurchlässiges Thonschiefer-Gebirge. Der Brunnen *b* wird je nach dem Wassergehalt der Schicht *c* mehr oder weniger ergiebig sein. Wenn der Gebirgssee *g* hohes Wasser hat, wird auch die Gebirgsader *e* erfüllt sein und aus dem Bohrloch *d* Wasser emporsprudeln; fällt der Wasserstand des Sees *h*, so kann es vorkommen, dass die Wasser-

ader sich bis zur Mündungshöhe des Bohrloches entleert und dass das Sprudeln aufhört*).

Das günstigste Terrain für die Anlage von artesischen Brunnen bieten demnach Gegenden mit einer beckenförmigen Lagerung der Schichten, in welcher ein ununterbrochener Zusammenhang unterirdischer Wasser-Ansammlungen in wasserführenden Schichten mit einem höher gelegenen Auffangsgebiet stattfindet.

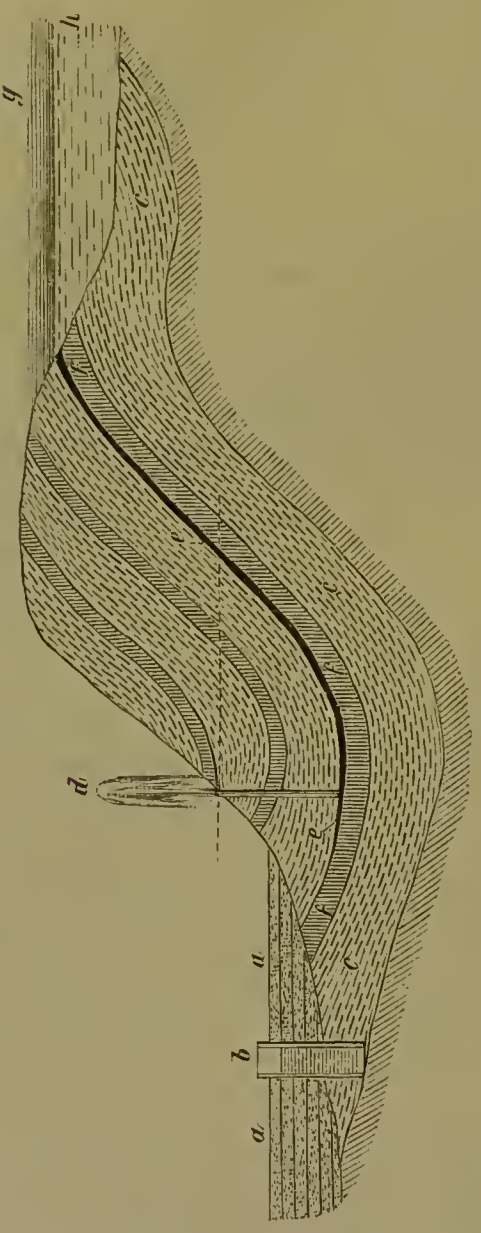


Fig. 7.

Die Zuversicht, auf unterirdische Wasser-Ansammlungen zu gelangen, darf ziemlich gross sein, wenn die aus der geognostischen Formation entspringenden Fingerzeige beachtet werden. Es wird behauptet**), dass es in jedem Thale, in jeder Schlucht, in jedem Pass einen entweder sichtbaren oder einen verborgenen Wasserlauf gibt, der stets auf einer undurchlässigen Schicht fliesst, die entweder oberflächlich liegt, oder vom durchlässigen Boden bedeckt ist. Der unterirdische Wasserlauf macht sich insbesondere nach Regengüssen bemerkbar, indem er entweder als sichtbares Wasser zu Tage tritt, oder dadurch, dass an gewissen Stellen, die das aufgestiegene Wasser durchfeuchtet hat, Wasserpflanzen, Weiden, Schilf u. s. w. vorkommen, und daselbst Morgennebel und Insectenschwärme beobachtet werden. Quellstränge sind in hügeligen Gegenden, zumeist am Fusse der Höhen, in Thälern, vorzugsweise in Thalengen, sowie am Vereinigungspunkt zweier Thäler und zwar an der Seite der höheren Berge zu vermuthen.

Die Mittel, mit welchen man in das Erdreich dringt, um Wasser zu erlangen, sind das Graben und das Bohren.

Ein sehr zweckmässiges Instrument zum Aufsuchen und Heben von Wasser aus dem Boden ist der Norton'sche Röhrenbohrer.

*) Schülke, gesunde Wohnungen. Berlin, 1880. S. 153.
**) Paramelle, Quellenkunde. Uebers. v. Cotta. 1856.

Er besteht aus einem unten mit einer Stahlspitze und mit Löchern zum Eindringen des Wassers versehenen Eisenrohr, das durch eine Rammvorrichtung in die Erde getrieben wird und auf welches, wenn die Länge nicht ausreicht noch andere Röhrenstücke geschraubt werden können. Schliesslich wird auf das oberste Rohr, sobald man auf Wasser gekommen ist, eine Pumpe aufgesetzt, Mit diesem Apparate kann man oft in einer halben Stunde Wasser erhalten.

Hat man durch Graben Wasser gefunden, so muss der so entstandene Schacht zu einem Brunnen umgewandelt werden. Es müssen nämlich die Wände des Schachtes eingefasst werden, damit der Schacht nicht einstürze, und damit dem Zuströmen von verunreinigendem Wasser Einhalt gesetzt sei. Die Brunnenwände sollen deshalb so stark gebaut sein, dass sie dem Druck des Erdreiches unter allen Umständen genügend widerstehen und andererseits sollen sie eine solche Dichtigkeit haben, dass ein Durchdringen von sogenannten „wilden Wässern" abgehalten werde. Diesen Zweck erfüllen die zum Brunnenbau gebräuchlichen Materialien nicht immer. Häufig wird zur Herstellung des Brunnenmantels ein Baumaterial verwendet, das mehr oder weniger lösliche Substanzen enthält, die durch allmälige Auflösung ein Auflockern des Gemäuers und die Durchlässigkeit desselben hervorrufen. So sollen keine Bruchsteine verwendet werden, die gypshaltig oder mit Adern von Gyps durchzogen sind. Ebenso sind bleiche oder halbgebrannte Ziegelsteine porös und demnach für Brunnenbauten nicht zu empfehlen. Am besten eignen sich hierzu durch Kochsalz glasirte Backsteine, dann die sogenannten Klinker und überhaupt solche Ziegel, die durch die Hitze des Ofens verglast wurden, indem die Silicate auf Kosten des im Thon enthaltenen Kalkes und Eisenoxydes in einen geschmolzenen Zustand übergegangen sind. Selbstverständlich hat bei der Mauerarbeit Cement in Anwendung zu kommen.

Man hat auch die Brunnen zum Schutz gegen Infiltration mit einem $^1/_2$—1 Meter starken Gürtel von nass eingestampftem Thon umgeben. Hie und da hat man die Brunnen statt durch Mauerwerk durch Einschlagen oder Einsetzen weiter Gusseisenröhren oder aus hölzernen Bohlen construirt. Alle Holzfassungen geben Anlass zu zahlreichen Vegetationen, das Holz zerfällt bald, bildet Detritus und dieser verunreinigt das Wasser.

Zum Zweck der Reinhaltung des Wassers, zur Abhaltung von Luftstaub und etwa in den Brunnen kriechender Thiere, weiter um die Bildung verschiedener Organismen hintanzuhalten, die unter dem Einflusse von Licht sich rasch entwickeln, sollte jeder Brunnen durch einen über den Boden genügend herausragenden Mantelkranz oder auf eine andere zweckmässige Art gedeckt und entsprechend verwahrt sein. Das Brunnenwasser sollte stets durch Pumpen aus geeignetem Metall construirt, gehoben werden, nicht aber durch Einsenken von an Ketten oder Stangen befestigten Gefässen, da die an letzteren so häufig hängende Unreinlichkeit nothwendig zur Wasserverschlechterung beitragen muss.

Die Ergiebigkeit eines Brunnens kann dadurch bestimmt werden, dass man den Spiegel durch Auspumpen um eine gemessene Grösse erniedrigt und die Zeit feststellt, innerhalb welcher das Wasser sich wieder bis zur ursprünglichen Höhe anfüllt. Doch muss hiebei berücksichtigt werden, dass die Ergiebigkeit der Brunnen zu verschiedenen Zeiten und bei verschiedenen Umständen bedeutenden Schwankungen unterliegt *).

Flusswasserversorgung.

Aus dem bereits früher (Seite 13) über das Flusswasser Erörterten geht hervor, dass dasselbe, sobald es viele bewohnte und industrielle Orte durchzogen und die Abgänge derselben aufgenommen hat, in einer Weise verunreinigt sein kann, dass es in seinem natürlichen Zustand zur Versorgung der Ortschaften mit Wasser als ungeeignet bezeichnet werden muss.

Die Wasserversorgung aus Flüssen ist aber eine so bequeme und gewährt eine so reichliche und meist zu allen Zeiten ausreichende Ausbeute an weichem, wenig Seife verbrauchenden und zu vielen Industrien gut geeigneten Wasser, dass trotz der erwähnten gewichtigen Bedenken noch immer viele Städte den nöthigen Bedarf dem Flusse entnehmen. Doch ist man in Würdigung der Gefahren, die sich durch den Genuss eines unreinen Flusswassers ergeben, nahezu allerorts dahin gelangt, das Flusswasser entweder nur zum Spülen der Aborte, zum Feuerlöschen, Strassenbesprengen, zum Speisen der Dampfkessel und zu industriellen Zwecken zu verwenden und nebenbei für ein gesundes Trinkwasser zu sorgen, oder aber man unterzieht das aus dem Flusse entnommene Wasser, wenn ein anderes als Trinkwasser taugliches Wasser nicht zu Gebote steht, einer Reinigung, bevor man es zum allgemeinen Gebrauch, also auch als Genusswasser zuleitet.

Dass es ökonomisch nicht vortheilhaft ist, neben der Flusswasserleitung noch für eine zweite Bezugsquelle für Trinkwasser zu sorgen, ist leicht ersichtlich und es hat sich weiter in dieser Beziehung gezeigt, dass das Publicum bei solchen Doppeleinrichtungen nicht selten das schlechte Wasser auch zum Trinken benützt. Wird aber gereinigtes Flusswasser zum allseitigen Gebrauch dargeboten, so kommt hiebei wieder der später zu erörternde Umstand in Betracht, dass es bis jetzt nicht gelingt, auf künstlichem Wege und in praktisch durchführbarer Weise jene Reinheit zu erzielen, die von einem tadellosen Trinkwasser zu fordern ist.

Zudem leidet das durch Filtration oder auf andere Weise gereinigte Flusswasser an dem Uebelstande, dass es namentlich im Sommer in Folge seiner Abstammung aus dem Flusse und der bei seiner Reinigung stattgefundenen Manipulationen zu warm wird

*) Ueber die Qualität des Brunnenwassers und die Umstände, welche hierauf von Einfluss sind, ist bereits Seite 10 das Wesentlichste erwähnt worden.

und dass eine Abkühlung desselben nicht leicht im Grossen, und im Kleinen nur von reicheren Leuten ausführbar ist.

Alle diese Erwägungen drängen dazu, von der Benützung des Flusswassers behufs Wasserversorgung bewohnter Orte abzusehen und der Zuleitung von reinem Quellwasser sich zuzuwenden. Die enormen Kosten, welche die Anlagen für Quellwasserleitungen, namentlich wenn die Wasser spendenden Quellen in weiter Ferne liegen, verursachen, haben sich bis jetzt stets als die nützlichsten, Gesundheit und Salubrität der Städte in der hervorragendsten Weise fördernden Auslagen bewährt.

Fünftes Capitel.

Reinigung des Wassers.

Die unter verschiedenen Verhältnissen eintretende Schwierigkeit, sich von Natur reines Wasser zu verschaffen, hat zum Ersinnen der verschiedenartigsten Methoden der Wasserreinigung geführt. Schon Plinius erzählt, dass man das Wasser durch Faulenlassen zu reinigen pflegte, und Peter Frank sagt: „Die trinkbarsten Wasser erhält man aus den schlechtesten, wenn man diese in vollkommene Fäulniss übergehen lässt, sie dann kocht, durch Sand treibt und einige Zeit in Ruhe stehen lässt."

Gegenwärtig übliche Methoden der Wasserreinigung sind:

Kochen des Wassers.

Durch das Kochen werden die Gase des Wassers vertrieben, etwaiges kohlensaures Ammon zersetzt und verflüchtigt, die durch Kohlensäure im Wasser gelösten Salze werden präcipitirt und organische Substanzen mehr oder weniger verändert. Durch die Kochhitze werden jene Organismen getödtet, die bei einer Temperatur von 100° zu Grunde gehen. Es ist nachgewiesen, dass manche Organismen einer Temperatur von 100° widerstehen und noch bei 127° und darüber keimfähig erhalten bleiben. In den 97·8° C. heissen Quellen Islands sind lebendige Organismen auffindbar. Durch das Kochen erlangt man demnach keineswegs die volle Sicherheit, alles Schädliche im Wasser unschädlich gemacht zu haben. Wohl aber wird der grösste Theil der Organismen getödtet, das Wasser wird zugleich weicher und von etwaigen Riechstoffen zum Theil oder gänzlich befreit.

Die chemische Reinigung.

a) Man setzt dem Wasser Kalkwasser zu. Der Kalk fällt, indem er die freie Kohlensäure bindet, die Bicarbonate der alkalischen Erde aus, zugleich wird das etwa im Wasser vorfindliche Eisen und Mangan niedergeschlagen und das sich so bildende Prä-

cipitat schliesst mechanisch eine grössere oder geringere Menge der suspendirten Körper in sich ein, wodurch das Wasser nach dem Absitzen mehr oder weniger klar und rein erscheint und sich deshalb zu vielen wirthschaftlichen Zwecken eignet. Der völlige Mangel an Kohlensäure und der im Wasser enthaltene etwaige Ueberschuss an Aetzkalk macht es aber zum Trinken untauglich. Man sucht letzteren Uebelstand dadurch zu beseitigen, dass man in das Wasser so lange Kohlensäure einleitet, bis aller Kalk als doppeltkohlensaurer gelöst ist. Die Complicirtheit des Verfahrens ist seiner ausgedehnten Anwendung hinderlich.

b) Man setzt dem Wasser Alaun oder schwefelsaure Thonerde zu. Diese Salze zersetzen sich mit dem kohlensauren Kalk des Wassers unter Freiwerden von Kohlensäure zu schwefelsaurem Kalk und Thonerdehydrat, welches letztere als ein in Wasser unlöslicher Körper beim Präcipitiren suspendirte Substanzen mitreisst und als Bodensatz ausscheidet. 400 Milligramm feingepulverten Alauns reichen in der Regel für 1 Liter Wasser aus. Das Wasser klärt sich, wenn es nach dem Eintragen des Alauns stark umgerührt wird, nach 8—17 Minuten. Wenn das Wasser nicht gerade jene Menge von kohlensaurem Kalk und von solchen Substanzen enthält, welche eben ausreichen, das Thonerdesalz vollständig zu zersetzen, sondern mehr oder weniger davon, so ist im ersteren Falle die Klärung eine sehr unvollständige, im zweiten ist die Klärung wohl eine bessere, aber das Wasser enthält etwas gelöstes Thonerdesalz, welches demselben einen auffälligen Geschmack beibringen kann. Im letzteren Fall sucht man durch Zusatz entsprechender Mengen von doppeltkohlensaurem Natron den in Lösung gebliebenen Rest des Thonerdesalzes in unlöslicher Form zu entfernen.

c) Man setzt dem Wasser Gerbsäure oder gerbstoffhaltige Substanzen zu. Die Chinesen trinken das stark verunreinigte Wasser des Peiho, die Tartaren Steppenwasser nach Zusatz von Thee. Andere Völkerschaften behandeln sumpfiges oder schlammiges Wasser mit Kino, Oleander und den Früchten von Strychnos potatorum. Die Wirkung dieser gerbstoffhaltigen Mittel ist jedenfalls eine sehr geringe und beruht zum Theil auf der Geschmacks-Aenderung, die das Wasser hierdurch erfährt, zum Theil auf dem Ausfällungsvermögen der Gerbsäure, welche mit vielen organischen und unorganischen Körpern unlösliche Verbindungen eingeht und sie dadurch zur Ausscheidung bringt.

d) Man lässt auf das Wasser Oxydationsmittel einwirken, um die organischen Substanzen derselben zu zerstören.

Im vorigen Jahrhundert wurde in Constantinopel das Wasser in gemauerten Thürmen auf- und abbewegt, um es so der Berührung der Luft auszusetzen.

Auch Eisen wird als Oxydationsmittel benützt. Im feinvertheilten Zustande zersetzt es das Wasser, und soll hiebei Ozon entwickeln, das die im Wasser enthaltenen organischen Stoffe verbrennt. Auch bildet sich hierbei kohlensaures Eisenoxydul, das in

Eisenoxyd übergeht, hiebei andere Substanzen mitreisst, sich mit ihnen niederschlägt und so das Wasser klärt.

Als ein vortreffliches Eisenpräparat dieser Art wird von Bischof*) der Eisenschwamm bezeichnet. Er wird durch Reduction von Blutstein (Eisenoxyd) dargestellt, wobei Schmelzen zu vermeiden ist. Er stellt eine schwammartige, poröse, das Eisen in feinster Vertheilung enthaltende Masse dar. Durch die Behandlung mit Eisenschwamm löst sich im Wasser stets etwas Eisen auf, welches durch Filtriren des Wassers über Marmorpulver zurückgehalten werden kann. Die in Deutschland mit diesem Präparat gemachten Versuche sind dagegen nicht besonders günstig ausgefallen.

Als Oxydationsmittel wird auch übermangansaures Kali verwendet. Die oxydirende Wirkung dieses Körpers zerstört manche organische Substanzen rasch, andere sehr langsam, viele schon in der Kälte, einige erst beim Kochen, die meisten bei saurer, manche bei alkalischer Reaction. Gerüche werden durch übermangansaure Verbindungen am raschesten und zwar schon in der Kälte beseitigt, mögen sie vom Schwefelwasserstoff oder anderen flüchtigen Fäulnissproducten herrühren. Am wenigsten werden fette Säuren durch übermangansaure Präparate angegriffen. Wird demnach übermangansaures Salz nur in der Kälte ohne Säure- oder Alkalizusatz angewendet, so ist die Wirkung eine sehr unsichere. Werden dagegen zugleich auch Hitze, Säure- oder Alkalizusätze (Kalk) benützt, so ist die Wirkung zwar energischer und vollkommener, aber da diese Reagentien wieder entfernt werden müssen, wird das Verfahren sehr complicirt und dadurch in praxi nicht leicht ausführbar.

Die Reinigung durch Destillation.

Diese ist für die Wasserversorgung der Schiffe besonders wichtig. In kleinerem Maassstabe geschieht sie meist mittelst einer kupfernen Destillirblase und durch Abkühlung der gebildeten Dämpfe in einem mit Wasser gekühlten Schlangenrohr. Hierbei ist zu bemerken, dass ein allzu stürmisches Kochen der Flüssigkeit vermieden werden muss, damit nicht mechanisch mitgerissene Wassertheilchen in die Vorlage gelangen. Das zuerst durch Kalk und Gerbsäure, dann durch Destillation gereinigte Meerwasser muss von dem sogenannten Blasengeschmack befreit und einigermassen schmackhaft gemacht werden. Zu diesem Zwecke sind verschiedene Apparate in Verwendung, welche die Lüftung durch Imprägnirung des Wassers mit zugesaugter Luft bewirken. Soll das Condensationswasser des Maschinendampfes der Schiffe zum Trinken benützt werden, so muss es auch von dem Fettgehalt, der von dem Schmiermittel des Dampfkolbens stammt, befreit werden. Meist geschieht diese Entfettung des Wassers mittelst Kalk in eigens hierzu construirten Apparaten.

*) G. Bischof, on putrescent organic matter in potable water. Proceedings of the royal society. Nr. 180. 1877.

Die mechanische Reinigung mittelst Filtration.

Wenn Wasser gezwungen wird, poröse Materialien zu passiren, so werden die suspendirten Theile theils an der Oberfläche, theils in den Poren selbst zurückgehalten und zwar um so vollständiger, je kleiner das Lumen der einzelnen Wege ist, welche das Wasser zu durchwandern hat und je grösser im Verhältniss zur Porenweite die Theilchen sind, welche abgesondert werden sollen. Die zurückgehaltenen Theilchen bleiben in dem Porenmateriale zurück und können durch einen umgekehrten Strom wieder weggebracht werden. Die Wirkung der Filtration hängt von der Grösse und Höhe der filtrirenden Fläche, sowie von der Geschwindigkeit und Gleichmässigkeit ab, mit welcher das Wasser das Filter durchströmt. Die grössere Fläche und Höhe des Filtermaterials steigert, die grössere Geschwindigkeit des filtrirenden Wassers schwächt den Effect. Eine gleichmässige Reinigung kann nur bei einem gleichmässig regulirten Druck des Wassers erzielt werden.

Manche Filtermaterialien wirken nicht nur in dieser rein mechanischen Weise, sondern auch noch in einer anderen Art. Es ist zunächst dargethan, dass durch Flächenwirkung auch lösliche Salze aus der Lösung zurückgehalten werden, und dass weiter das filtrirende Wasser den absorbirten Luftsauerstoff in das Filter bringt, welcher auf die im Wasser gelösten Substanzen oxydirend einwirkt und dadurch organische Verbindungen unter Bildung von Kohlensäure verbrennt, so dass das Wasser in seiner Zusammensetzung wesentlich geändert das Filter verlässt.

Die am häufigsten als Filtrationsmittel benützten Stoffe sind: Kies, Sand, Quarzpulver, gefilzte Wolle, Haare, Glasfäden, Badeschwämme, Bimsstein, Holzkohle, Thierkohle, Eisenschwamm.

Bei den meisten dieser Stoffe beruht die Wirkung hauptsächlich auf der mechanischen Zurückhaltung suspendirter Theilchen, bei der Kohle und bei dem Eisenschwamm wirken alle oben angedeuteten Kräfte zusammen und zwar in einer kräftigen Weise. Kohle absorbirt Farb- und Riechstoffe, Salze der Alkalien und Erdalkalien, hält am besten Organismen zurück und oxydirt lebhaft organische Stoffe; die thierische Kohle zeigt diese Fähigkeit in einem weit höheren Grade als Holzkohle. Aus einem durch Aufguss von Kuhdünger und Humus verunreinigten Wasser wurden durch ein Kohlenfilter 52·8% Gesammtsubstanz, 88% der organischen Substanzen und 28·3% der mineralischen Stoffe zurückgehalten, durch ein Sandfilter von gleicher Höhe und Fläche dagegen nur 2·1% Gesammtsubstanz, 5·0% organische Stoffe und 0·2% Mineralsubstanzen*).

So kräftig auch die Wirkung eines gut construirten Kohlenfilters sich erweist, so ist sie doch im Ganzen immer nur eine beschränkte; so z. B. ist es erwiesen, dass ein sorgfältig gereinigtes Kohlenfilter Bacterien eines fauligen Wassers durchgehen lässt, weshalb es zweifelhaft bleibt, ob ein filtrirtes Wasser ungefährlich ist.

*) Knapp, Technologie, Braunschweig 1867, p. 127.

Jedes Filtermaterial verliert beim Gebrauche mit der Zeit an Wirksamkeit und versagt schliesslich ganz den Dienst. Sehr rasch wird Kohle unwirksam. Es kann dann das Wasser sogar die im Filter deponirten und sich zersetzenden Stoffe aufnehmen und unreiner abgehen, als es in's Filter gekommen ist. Das Filtermaterial muss deshalb von Zeit zu Zeit durch Waschen, durch Behandlung mit übermangansaurem Kali, durch Vergährenlassen oder durch Verglühen von den aufgenommenen Stoffen befreit werden, um wieder benützt werden zu können.

Die Grösse und die besondere Einrichtung der Filterapparate wechselt nach den jeweiligen Zwecken. Häufig beschickt man die Apparate mit verschiedenen Filtermaterialen. Man lässt z. B. das Wasser zuerst durch groben Sand, dann durch feineren Sand, dann durch Kohle oder Eisenschwamm und dann wieder durch Kies und, wenn Eisenschwamm zur Filtration verwendet wurde, durch poröses Marmorpulver passiren. Häufig filtrirt man nur durch Kies und Sand.

Die Einrichtungen werden entweder derart getroffen, dass das Wasser durch die Filtermaterialien im absteigenden Strome fliesst, oder das Wasser wird in solche hydrostatische Verhältnisse gebracht, dass es die Filtermaterialien in aufsteigendem Strome durchzieht. Letztere Methode liefert bessere Resultate.

Wenn das zur Versorgung der Ortschaften zuzuführende Wasser dem Flusse direct entnommen werden soll, so wird man, um wenigstens die Verunreinigungen der eigenen Stadt, der Ufer und des Bodenschlammes zu vermeiden, die Entnahmsstellen stets oberhalb der Stadt, nicht in der Nähe des Ufers, noch nahe an der Sohle des Flusses, auch nicht an der Oberfläche des Wassers anlegen.

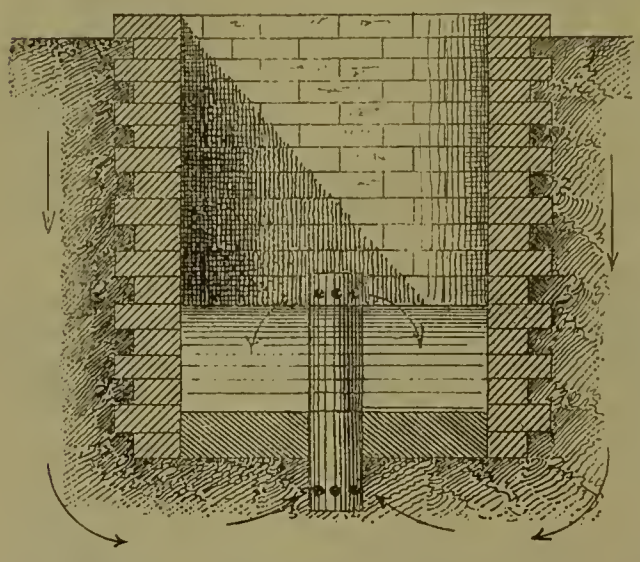
Die städtischen Wasserleitungen mit Filtration von Flusswasser bestehen aus den Wasserhebungs-, den Filter- und den Wasservertheilungs-Apparaten. Bei vielen Wasserleitungen ist die Einrichtung geschaffen, das nicht direct dem Flusse, sondern einem oder mehreren mit dem Flusse communicirenden Brunnen oder Klärbassins das Wasser entnommen wird. Die zwischen den Brunnen und dem Flusse befindlichen Kiesschichten reinigen das aus dem Flusse in die Brunnen dringende Wasser von den gröbsten Verunreinigungen und erhalten dadurch die künstlichen Filtervorrichtungen länger in Wirksamkeit. Von den Brunnen aus wird das Wasser in die Filterapparate durch Hebewerke gefördert. Die Filterapparate sind meist Bassins, deren Boden mit einer Kies- und Sandschicht bedeckt ist. Diese Schicht besteht oft zu einem Drittel bis zwei Fünfteln aus Sand, sodann aus Kies, dessen Korn nach der Richtung der Wasserströmung stetig abnimmt. Das Wasser befindet sich in einer Schicht von 30—65 Centimeter über diesem Filtrum. Hie und da wendet man die schottische oder Gravitationsmethode an, die darin besteht, dass das Wasser drei terrassenartig übereinander gebrachte Filterbassins von Kies und Sand passirt.

Bei genügender Filterfläche und aufmerksamer Behandlung solcher Filteranlagen lässt sich ein bedeutender Grad der Reinigung

erzielen. Eine Reinigung, die das filtrirte Wasser als völlig unbedenklich bezeichnen liesse, findet aber nicht statt und deshalb muss es immer nur als eine traurige Nothwendigkeit bezeichnet werden, Flusswasser mittelst Filtration zu reinigen und als Trinkwasser zu benützen.

Häufig bringt man auch bei den Hausbrunnen (Grundwasserbrunnen) eine Vorrichtung an, durch welche das Brunnenwasser, bevor es in den Brunnenschacht eindringt, filtrirt wird (Fig. 8). Es wird hierbei nicht nur der Brunnenmantel, sondern auch die Brunnensohle wasserdicht mit hydraulischem Mörtel hergestellt und durch die Sohle ein thönernes Rohr, welches an beiden Seiten Oeffnungen hat und dessen Lumen mit Filtrationsmitteln (Kies, Sand, Kohle) angefüllt ist, in der Weise durchgeführt, dass sein unterstes Stück in den Boden, sein oberes in den Brunnenschacht hineinragt. Durch den hydrostatischen Druck wird das Grundwasser durch die unteren Oeffnungen des Rohres in dasselbe hineingedrückt, passirt daselbst die Filtermaterialien und fliesst durch die obere Oeffnung in den Brunnenschacht, woselbst es sich ansammelt. Die Einrichtung muss so getroffen werden, dass das Rohr, sobald die filtrirende Masse unwirksam wird, leicht herausgenommen und mit frischen Reinigungsmitteln wieder neu beschickt werden kann. Diese Einrichtung hat sich in Niederungen, deren Boden ein an organischen Stoffen reiches Grundwasser führt, sehr bewährt.

Fig. 8.



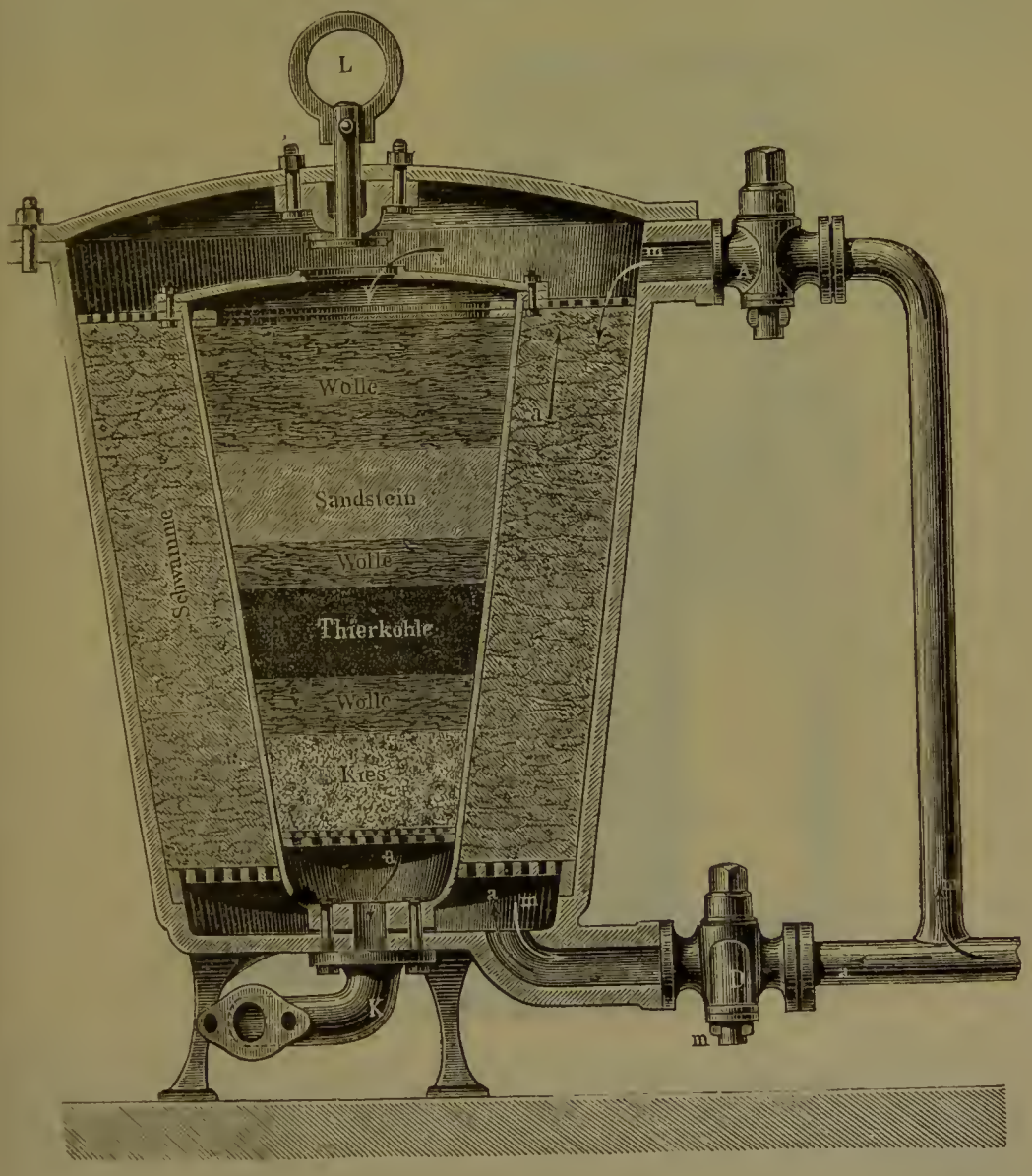
Filter zum Hausgebrauch werden entweder an dem Auslassrohr der Wasserleitung angebracht oder mit der Hand gefüllt. Von den verschiedenen in Anwendung gekommenen Filtern mögen die nachfolgenden, welche sich einer allgemeineren Verwendung erfreuen und verhältnissmässig einfach construirt sind, beispielsweise angeführt werden*).

Bei dem Filter von David (Fig. 9) tritt das zu filtrirende Wasser bei entsprechender Stellung des Hahnes *D* in der Richtung der mit *a* bezeichneten Pfeile von unten in die mit gerbsaurem

*) Die sonstigen gebräuchlichen Filter, klar beschrieben und trefflich abgebildet findet man in Fischer's chemischer Technologie des Wassers, Braunschweig 1878, S. 150. Diesem Werk sind auch die obigen Abbildungen und Beschreibungen der hier aufgenommenen Filter entnommen.

Eisen behandelte Schicht von Schwämmen, steigt in derselben auf und tritt so, von den meisten Unreinigkeiten befreit, in das innere Filter, welches aus abwechselnden Lagen von mit Eisentannat behandelter Wolle, Sandstein, Thierkohle und Kies besteht. Das filtrirte Wasser fliesst aus *K* ab. Will man die Schwämme von dem

Fig. 9.

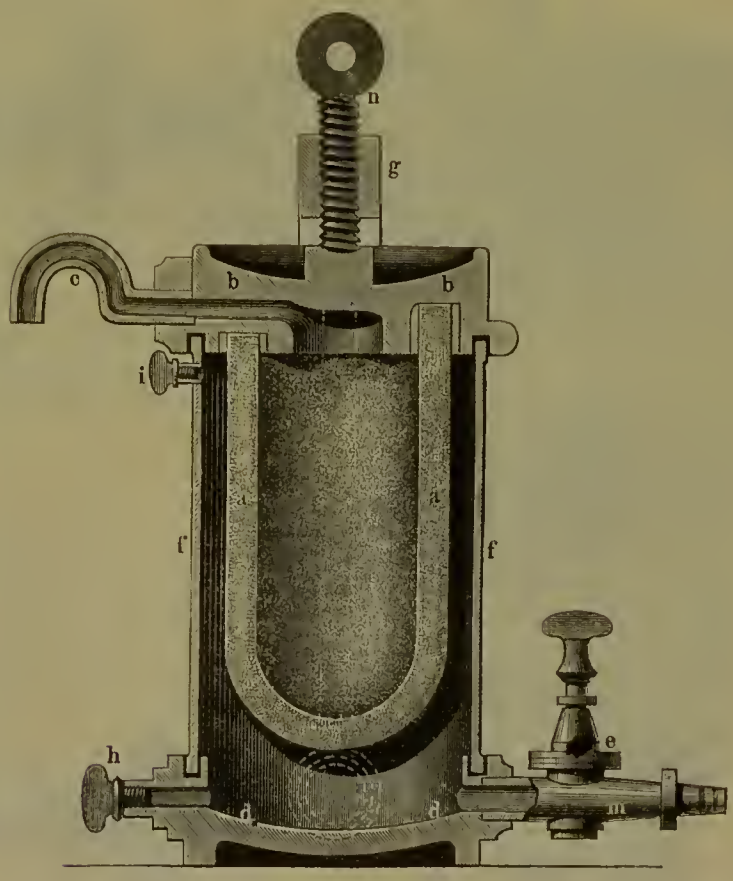


abgesetzten Schlamm reinigen, so schliesst man das innere Filter mittelst der Schraube *L* und lässt das Wasser durch entsprechende Stellung der Hähne *D* und *A* in der Richtung der mit *m* bezeichneten Pfeile von oben nach unten durch die Schwammschicht gehen und aus *D* entweichen.

Forster's Filter (Fig. 10) presst das Wasser durch Sandstein. *a a* ist ein hohler, unten geschlossener Cylinder aus einem fein-

körnigen reinen Sandstein von etwa 10 Centimenter Durchmesser und 18 Centimeter Länge, der in den gusseisernen Deckel *b b* eingekittet ist. In einer Vertiefung des gusseisernen Fusses *d d* und des Deckels ist der cylindrische Mantel *ff* aus Weissblech eingelassen, die Fugen werden durch Anziehen der Schraube *n g* gedichtet. Das Wasser tritt unter Druck beim Oeffnen des Hahnes *e* durch das mit der Leitung verbundene Rohr *m* ein, durchdringt den Sandstein und fliesst aus c ab. Die Hähne *h* und *i* dienen zur Reinigung des Apparates.

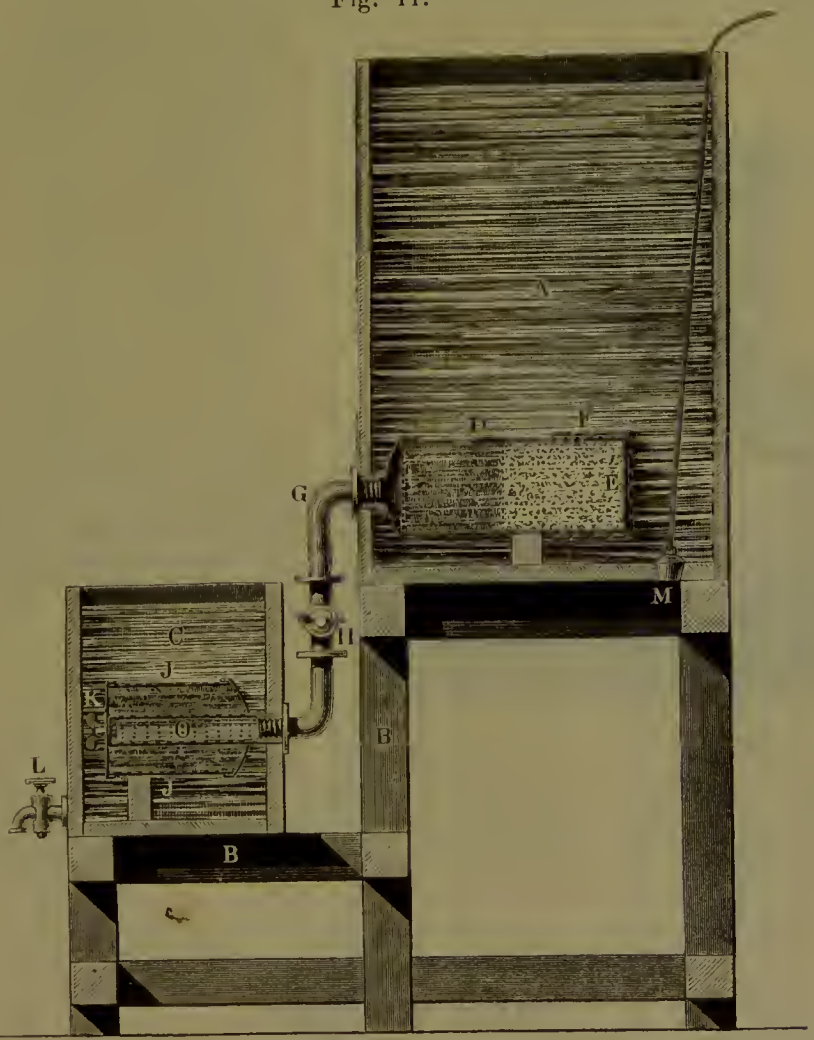
Fig. 10.



Ein vielgerühmtes Filter hat Fonvielle construirt und Filtre plongeur genannt (Fig. 11). Die zwei Holzbehälter *A* und *C* sind so auf dem Gerüste *B* aufgestellt, dass der Boden von *A* etwa 0·5 Meter über dem von *C* sich befindet. Der Behälter *A* ist 1 bis 1·25 Meter hoch, 0·6 Meter breit und 0·8 Meter lang. Der Behälter *C* hat 0·5 Meter Höhe und Länge und 0·3 Meter Breite. *G* ist eine Kupferröhre mit einem Hahne *H* von 5 Centimeter Weite, welche die beiden Behälter mit einander verbindet, was durch Löcher, 15 Centimeter über dem Boden jedes der Gefässe geschieht. *D* ist das erste oder Vorfilter (degrossiseur) aus verzinktem Eisenblech, 53 Centimeter lang, von 20 Centimeter Durchmesser und cylindrischer Gestalt. Nächst dem an das Rohr *G* angeschraubten Hals liegt eine

durchlöcherte Platte *t* von dem gleichen Durchmesser wie der Hals. Vor dem Anschrauben des Cylinders *D* an *G* wird er über der dem Hals zugewendeten durchlöcherten Platte erst mit etwas grobem Kiessand, darauf mit 1 Kilogramm wohlgewaschener Flockwolle bester Sorte, bis zu einer Höhe von 18 oder 20 Centimenter, und der noch übrige Raum mit einem Gemenge aus Kies und Kohle

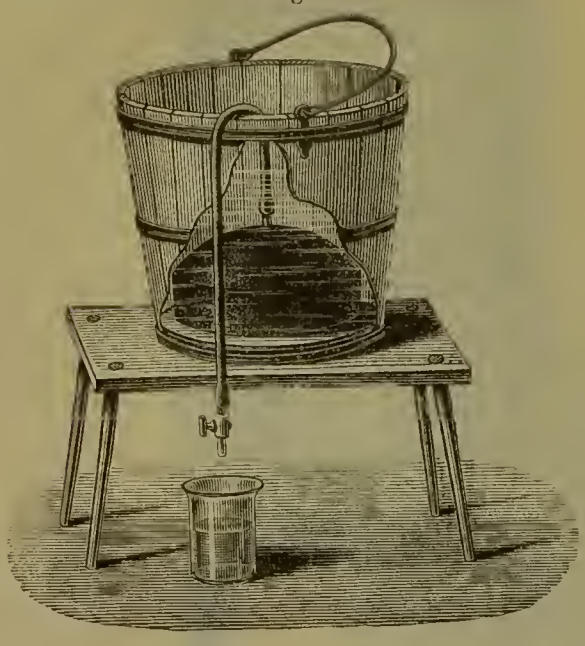
Fig. 11.



gefüllt, die beide durch ein Sieb mit Maschen von der Grösse einer halben Linse geschlagen werden. Nach der Füllung wird der Deckel *E* aufgesetzt und über diesen und den hinteren Theil des Cylinders eine Binsenkappe *F* geschoben. Die Theile des Cylinders und der Deckel, über welche die Binsenkappe geht, sind durchlöchert. Die Löcher sind 3 Millimeter weit und 16 Millimeter von einander entfernt. Das zweite cylindrische Filter *J* (finisseur) ist 30 Centimeter lang und 20 Centimeter weit; darin befindet sich der engere Cylinder *O*, der am hinteren Ende mit *J* zusammengelöthet und mittels dessen *J* am Rohre *G* angeschraubt ist. *K* ist eine Flügelmutter mit einer Schraube, durch die der Deckel auf den Cylinder *J* befestigt wird. Die beiden Cylinder *O* und *J* sind

auf ihrer ganzen Oberfläche mit Löchern von 3 Millimeter Weite versehen, die an *O* etwas enger neben einander liegen als bei *J*. Der Zwischenraum zwischen *O* und *J* wird mit Wolle von möglichst guter Beschaffenheit ausgefüllt. Der Vorgang bei der Filtration erklärt sich von selbst; das Wasser dringt durch *F* und *E* in den Cylinder *D*, durch dessen filtrirende Substanzen nach *G*, *H*, *O*, tritt durch *J* nach *C* aus und wird durch *L* abgelassen. Trübes Wasser lässt man vor dem Oeffnen des Hahnes *H* in *A* zuerst sich absetzen. Die Reinigung des Behälters *A* geschieht durch Oeffnen des Spundes *M*, die Reinigung der beiden Filtrircylinder durch Abschrauben, Auseinandernehmen, Sortiren der gleichartigen Materien und Waschen derselben.

Fig. 12.



In neuerer Zeit werden Filter von gepresster (plastischer) Kohle verwendet. Figur 12 zeigt ein solches Filter für den Hausgebrauch. Man legt dieselben in das zu reinigende Wasser, welches sich in einem beliebigen Gefässe befindet, saugt am Ende des Schlauches die Luft aus und lässt diesen, sobald der Schlauch mit Wasser gefüllt ist, heberartig hängen. Das Wasser läuft dann so lange in einem verhältnissmässig starken Strahle in ein untergestelltes Gefäss ab, als die Kohle noch mit Wasser bedeckt ist.

Sechstes Capitel.

Untersuchung des Wassers.

Physikalische Untersuchung.

Die Temperatur des Wassers wird mit einem genauen Thermometer, welches Zehntelgrade angibt, an der Wasserspende bestimmt. Bei Pumpbrunnen lässt man etwa 2 Hektoliter Wasser fortfliessen, nimmt die Temperatur, pumpt weiter und bestimmt die Temperatur nochmals. Stimmen die erhaltenen Angaben nicht völlig überein, so wird der Versuch wiederholt.

In Fällen, bei denen man zum Wasser mit einem gewöhnlichen Thermometer nicht direct hinzu kann, bedient man sich des Pinsel-Thermometers. Dasselbe ist ein Weingeist-Thermometer, dessen

Cylinder von einer dichten Lage 7—8 Centimeter langer Flachsfasern umgeben ist; damit es im Wasser untertauche, hat es eine ringförmige mit Blei ausgegossene Hülse, welche den oberen Theil der Flachsfasern bedeckt. Das Thermometer-Rohr ist durch eine gabelförmig ausgeschnittene Holzfassung gegen Beschädigung geschützt.

Zur Erhebung der Temperatur des Wassers wird das Thermometer vom Beobachter an einer Schnur in das Wasser $^1/_2$ Meter tief vertikal hinabgesenkt und durch ungefähr fünf Minuten im Wasser gelassen. Beim Hinaufziehen legen sich die im Wasser gelockerten Flachsfasern dicht an das Gefäss und bilden eine schlecht leitende Hülle, so dass an dem Thermometer die Temperatur des Wassers mit aller Bequemlichkeit abgelesen werden kann. Es empfiehlt sich, das Thermometer wiederholt in's Wasser hinabsinken zu lassen, um die Ueberzeugung zu gewinnen, dass es die Temperatur des Wassers angenommen hat.

Färbung und Trübung des Wassers werden am besten festgestellt, wenn man das Wasser in ein hohes Gefäss von farblosem Glase schüttet und letzteres dann auf eine Porzellanplatte oder auf einen Bogen weisses Papier stellt. Daneben stellt man ein gleiches mit destillirtem Wasser gefülltes Glas, um den Vergleich vornehmen zu können. Man blickt in beide Gläser von oben hinein. Sind organische, namentlich Humin-Substanzen im Wasser enthalten, so zeigt sich das durch eine gelbe oder gelbbraune Farbe im geklärten Wasser. Das Wasser wird aber auch gelb durch suspendirte Bestandtheile, z. B. durch Thon, eisenhaltigen Lehm, Eisenoxydflocken u. s. w. Sobald sich diese Suspensa vollständig abgelagert haben, verliert solches Wasser die gelbe Färbung. — Eine grüne Färbung deutet in der Regel auf Algen.

Den Geschmack und Geruch des Wassers prüft man nicht nur bei gewöhnlicher Temperatur, sondern auch bei 30—35°, da er dann schärfer hervortritt. Uebelriechendes oder schmeckendes Wasser enthält entweder faulende Pflanzen oder Thierstoffe, oder auch Gase, wie Schwefelwasserstoff und Ammoniak etc. Bitter schmeckendes Wasser enthält meist Bittersalz oder Glaubersalz; salzig schmeckendes Kochsalz oder Chlorkalium, tintenartig oder adstringirend schmeckendes enthält Eisen.

Chemische Untersuchung.

Nicht immer wird es nöthig sein, eine vollständige Analyse des Wassers vorzunehmen, um ein Urtheil über seine Brauchbarkeit zu bestimmten Zwecken zu erlangen. Manchmal wird es sich mehr um die Härte des Wassers, oft um seinen allfälligen Gehalt an organischen Substanzen oder an Ammon, Salpetersäure u. s. w. handeln. Häufig wird die Bestimmung der Quantität der einzelnen Bestandtheile nöthig sein, in einzelnen Fällen aber wird schon der qualitative Nachweis eines oder mehrerer Bestandtheile zu gewissen Schlüssen berechtigen.

Im Nachfolgenden sind deshalb solche Reactionen angeführt, durch welche die einzelnen Bestandtheile bequem und sicher qualitativ nachgewiesen werden können. Ferner sind auch jene bewährten Methoden erörtert, durch welche eine quantitative Bestimmung solcher Körper vorgenommen werden kann, deren grösserer oder geringerer Gehalt im Wasser von hygienischer Bedeutung ist.

Für die meisten quantitativen Bestimmungen einzelner Bestandtheile des Wassers wählt man für hygienische Zwecke mit Vorliebe die Titrirmethode, weil sie sich vor der Gewichts-Analyse durch Leichtigkeit der Ausführung und Zeitgewinn auszeichnet.

Fig. 13.

Fig. 14.

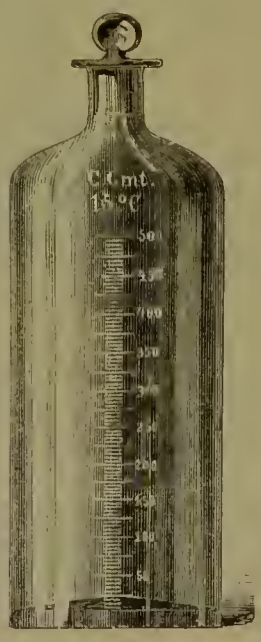
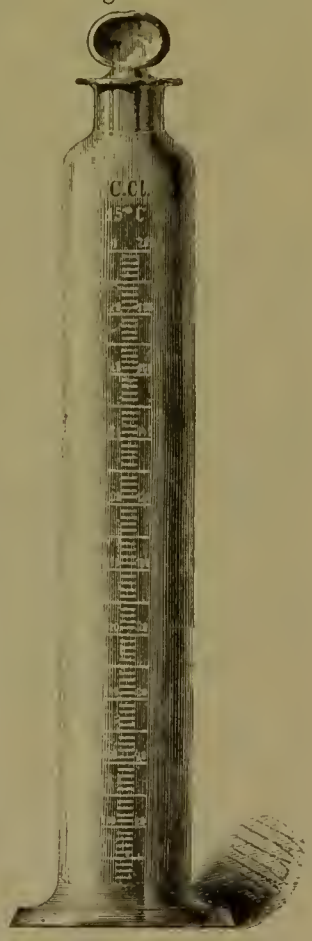


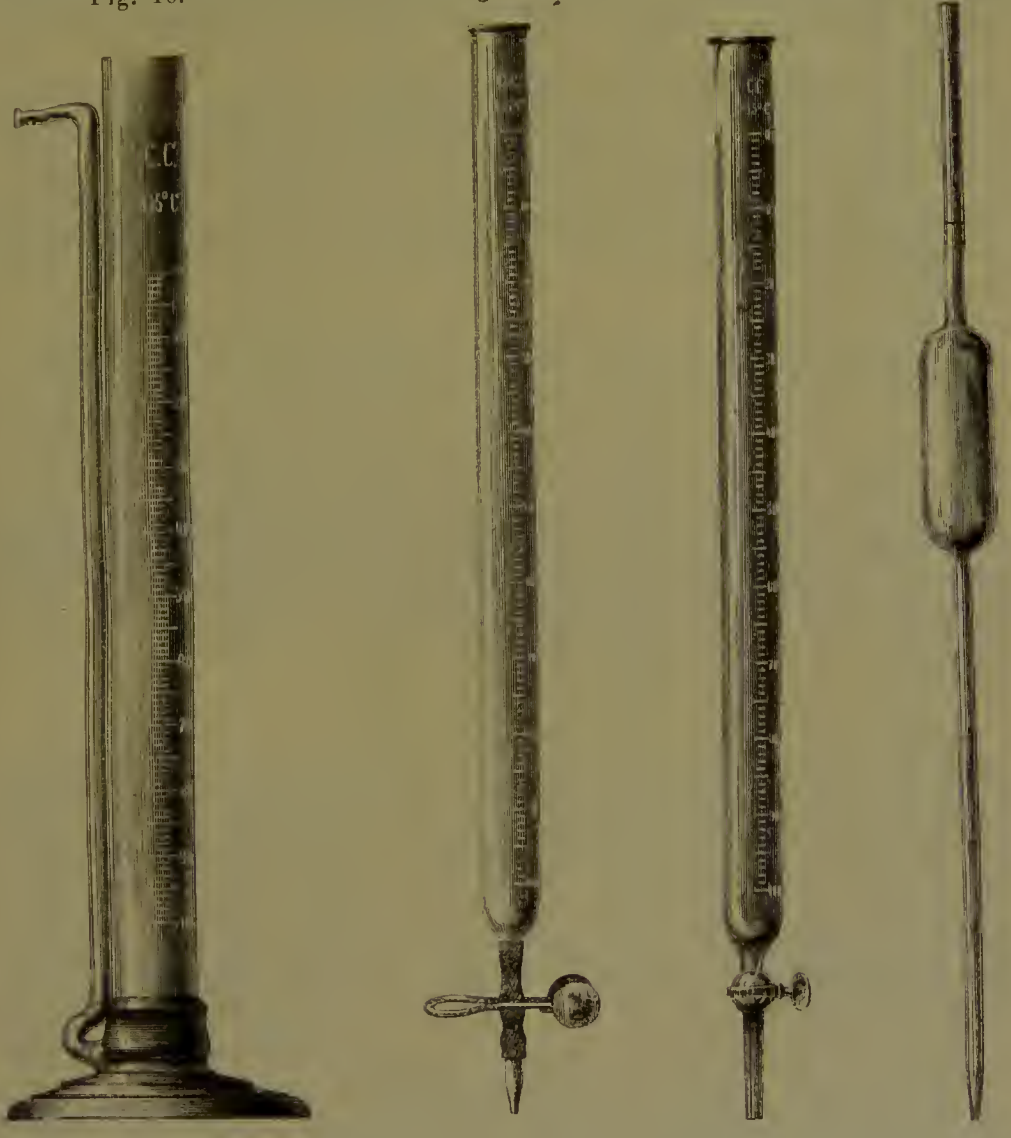
Fig. 15.



Das Princip dieser von Gay Lussac angegebenen Methode besteht darin, dasjenige Volum eines Reagens von bekanntem Gehalt zu ermitteln, welches zur Vollendung einer Reaction mit dem gesuchten Körper erforderlich ist. Hauptbedingung ist, dass die Reaction constant erfolgt und hinsichtlich ihrer Dauer genau abgegrenzt ist; ob sie in einer Fällung, einer Oxydation oder in der Bildung eines löslichen Körpers besteht, ist von keinem Belang. Um das Ende der Reaction zu erkennen, muss häufig ein besonderer Körper zugesetzt werden, der Indicator genannt wird. Bei Beginn der Untersuchung muss der Gehalt, der Wirkungswerth, der Titer des Reagens selbstverständlich genau bekannt sein.

Es werden deshalb Lösungen von bestimmtem Gehalt durch Abwägen einer bestimmten Menge und Auflösen in einem bestimmten Volum des Lösungsmittels hergestellt. Hiezu bedarf man geaichter Gefässe. Sie finden sich fertig und signirt im Handel (Fig. 13). Ausser diesen Messkolben braucht man Messflaschen und Mess-

Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19.



cylinder, die von unten bis oben in Cubik-Centimeter eingetheilt und mit Glaspfropfen versehen sind (Fig. 14 und 15). Zum Abmessen der zum Versuch zu verwendenden Flüssigkeit und des beim Versuch verbrauchten Reagens sind namentlich zwei Instrumente nöthig: die Bürette und die Pipette.

Die Gay Lussac'sche Bürette (Fig. 16) besteht aus einem weiteren Glasrohr und einem engeren, unten mit ersterem communicirenden und oben des bequemen Abtropfens halber schnabelförmig gebogenen Rohre. Das Instrument ist von oben nach unten in $^1/_5$ oder $^1/_{10}$ Cubik-Centimeter eingetheilt. Beim Ausgiessen muss diese Bürette

geneigt werden, was zu manchen Uebelständen führt. Man kann natürlich während der geneigten Stellung des Cylinders nicht ablesen und muss die Bürette immer zuerst wieder in die verticale Lage bringen. Das Ausgiessen geschieht, indem man die Bürette in der rechten Hand hält, während das Gefäss, in das man eingiesst, in der linken Hand bewegt werden soll; die dadurch geforderte Aufmerksamkeit auf zwei verschiedene Arbeiten veranlasst leicht, dass man zu viel ausfliessen lässt.

Die Mohr'sche Quetschhahnbürette (Fig. 17), eine einfache, cylindrische, in $^1/_{10}$ Cubik-Centimeter eingetheilte, unten durch einen Quetschhahn oder durch einen Glashahn (Fig. 18) verschliessbare Röhre hat die Uebelstände der Gay Lussac'schen Bürette nicht, dafür aber andere Unbequemlichkeiten, welche hauptsächlich aus der Nothwendigkeit der Fixirung dieser Bürette durch ein Stativ hervorgehen.

Zum Ablesen eines bestimmten Volums Flüssigkeit dienen die sogenannten Vollpipetten (Fig. 19), kleine gläserne Stechheber, die am oberen engeren Röhrentheil eine Marke haben, welche anzeigt, wie hoch die Pipette durch Saugen zu füllen ist, um ein bestimmtes, auf der Pipette signirtes Volum aufzunehmen. Diese Pipetten sind jetzt meist so gradirt, dass das entsprechende Volum von selbst ausfliesst, dass man daher den Rest nicht auszublasen hat. Es ist zweckmässig, beim Ablesen von Flüssigkeiten in Messgefässen stets dieselbe Stelle, am besten den unteren Rand der dunkleren Zone in's Auge zu fassen. Auch müssen die etwaigen Luftblasen vor dem Ablesen entfernt werden.

Die titrirten oder Normallösungen der Reagentien sind entweder rationelle oder empirische. Beide Arten von Lösungen werden zu hygienischen Untersuchungen benützt. Unter ersteren versteht man eine solche gleichmässige Vertheilung der entsprechenden chemischen Verbindung in Wasser, dass je 1000 Theile der Lösung genau so viel Theile der betreffenden Substanz enthalten, als dem Aequivalent derselben entspricht. Eine Normal-Oxalsäurelösung enthält also im Liter 63 Gramm krystallisirter Oxalsäure, denn 63 ist das Aequivalent der Oxalsäure. Eine Normal-Natronlösung enthält 31 Gramm Natron, denn 31 ist das Aequivalent des Natron.

Um neben diesen Normal-Flüssigkeiten noch solche zu haben, die feineres Austitriren, d. h. ein allmäligeres und darum schärfer beobachtbares Eintreten der charakteristischen Reaction ermöglichen, hat man noch Lösungen, die Zehntel-Normal-Flüssigkeiten heissen. Es sind solche, in welchen ein Zehntel Atom auf den Liter Flüssigkeit enthalten ist.

Jeder Volumtheil einer Normal- oder Zehntel-Normal-Säurelösung muss nach Zusatz eines gleichen Volumtheiles der Normal- oder Zehntel-Normal-Alkalilösung eine auf Lakmus, Rosolsäure u. s. w. neutral reagirende Flüssigkeit geben.

Einige Lösungen sind so bestimmt, dass der Verbrauch eines Cubik-Centimeters ein Procent des in Lösung befindlichen Körpers,

der bestimmt werden soll, andeutet. Derartige Lösungen heissen empirische.

Obwohl für die hygienische Praxis bei Wasser-Untersuchungen hauptsächlich die maass-analytischen Bestimmungsmethoden in Betracht kommen, so werden doch nachfolgend auch solche gewichtsanalytische Methoden angeführt, welche entweder genauere Resultate geben als die entspreehenden maass-analytischen Bestimmungen oder schneller ausführbar sind.

Bestimmung der Menge der im Wasser enthaltenen Bestandtheile.

1 bis 2 Liter Wasser werden in einer gewogenen Platin- oder Porzellanschale auf dem Wasserbade zur Trockene verdampft, alsdann bis 125° C. im Luftbade bis zum constanten Gewicht getrocknet und gewogen. Der Gewichtsunterschied gibt die Menge der festen Bestandtheile an.

Hat man eine genügend feine Wage zur Verfügung, so reichen zu dieser Bestimmung auch 200 ja selbst nur 100 Cubik-Centimeter Wasser aus.

Bezüglich der Temperatur, welche das Luftbad haben soll, divergiren die Anschauungen. Manche empfehlen eine Temperatur von 110, andere von 180°. Je niedriger dieselbe ist, desto leichter bleibt Wasser zurück, je höher sie ist, um so leichter treten Verluste durch Verkohlung organiseher Substanzen, von Chlor u. s. w. ein.

Bestimmung der Härte *).

Mit dem Ausdruck „Härte" bezeichnet man die Fähigkeit des Wassers, Seife zu zersetzen. Die Härte wird hauptsächlich durch die Kalk- und Magnesiaverbindungen des Wassers bedingt; doch sind auch freie Kohlensäure, etwaige Eisen- und Thonerdesalze von Einfluss auf die Härte.

Unter einem Härtegrad versteht man jene Menge von Härte bedingenden Substanzen in 100.000 Theilen Wasser, welche auf eine Seifenlösung genau so wirken, wie Ein Theil Kalk in 100.000 Theilen Wasser gelöst.

Das Princip der Härtebestimmung beruht auf den beiden Thatsachen, dass ölsaures Natron, der wesentlichste Bestandtheil einer Natronseife, mit Kalk und Magnesiasalzen sich in schwer löslichen ölsauren Kalk und eben solche Magnesia umsetzt und dass nur Lösungen, welche ölsaures Natron enthalten, beim Schütteln schäumen.

Die Schaumbildung ist der Ausdruek für die klebrige Beschaffenheit, welche Wasser durch die darin gelösten ölsauren Alkalien (Seifenleim) erhält.

*) Betreffs der Wasser-Untersuchung folge ich theils der Darstellung Fresenius': Quantitative Analyse, theils jener Kratschmer's: Eine leicht ausführbare Methode zur Untersuchung des Genusswassers. Wien 1876.

Daraus folgt, dass, so lange in einer Flüssigkeit Kalk und Magnesiasalze einerseits, ölsaures Natron in hinreichender Menge andererseits vorhanden sind, jene Umsetzung fort und fort erfolgen wird, dass ferner, wenn die beiderlei angeführten Verbindungen einander in ihrem Aequivalent-Verhältnisse gerade aufwiegen oder die zuerst bezeichneten vorherrschen, eine Schaumbildung unmöglich auftreten kann und dass dieselbe endlich sehr gut als Marke für den Eintritt jenes Momentes zu verwerthen ist, in welchem eben aller Kalk und alle Magnesia an Oelsäure gebunden und ein geringer Ueberschuss von ölsaurem Alkali in der Mischung vorhanden ist.

Bekanntlich enthält das Wasser die Erdalkalien zu einem mehr oder weniger grösseren Theil als Carbonate, gelöst durch freie Kohlensäure. Ausserdem kann das Wasser die Erdalkalien noch in anderer Form, d. h. an andere Säuren gebunden, enthalten. Wird Wasser durch längere Zeit gekocht, so entweicht die freie Kohlensäure und mit ihr das Lösungsmittel für den kohlensauren Kalk oder die kohlensaure Magnesia, welche Substanzen in Folge dessen als in kohlensäurefreiem Wasser unlöslich, herausfallen, während nur jene Erdalkalisalze gelöst blieben, die auch in kohlensäurefreiem Wasser leicht löslich sind; es sind dies vornehmlich die Chlorverbindungen und die salpetersauren, sowie auch die schwefelsauren Salze.

Es ist daher klar, dass gekochtes Wasser weit weniger Seifenlösung bis zur bleibenden Schaumbildung benöthigen wird als ungekochtes, wenn ein Theil seiner Erdsalze in Form kohlensaurer Verbindungen im Wasser enthalten ist. Und während die Menge von Seifenlösung, welche zu ungekochtem Wasser bis zur Schaumbildung erforderlich ist, der Ausdruck für die in demselben enthaltene Gesammtmenge aller Kalk- und Magnesiasalze ist, zeigt die für eine gleiche Menge gekochten Wassers bis zur bleibenden Schaumbildung verwendete Seifenlösung nur jene Kalk- und Magnesiaverbindungen an, die nicht als kohlensaure Salze gelöst waren.

Die erstere Bestimmung führt zur Ermittelung der Gesammthärte, die letzten zu jener der Permanenthärte, während die Differenz beider Härten als transitorische Härte bezeichnet wird und die Menge der durch freie Kohlensäure gelösten Verbindungen anzeigt.

Seit der Einführung der Seifenlösung zur Bestimmung der Härte des Wassers ist es Uebereinkommen, ihre Concentration so zu wählen, dass nach Zusatz von 45 Cubik-Centimetern derselben zu 100 Cubik-Centimetern Wasser, welche genau 12 Milligramm Kalk oder die dem Aequivalente nach dieser Kalkmenge entsprechende Menge an Baryt enthalten, beim Schütteln eben ein deutlicher, etwa fingerbreiter dichter Schaum durch einige Minuten stehen bleibt.

Die erwähnte Kalklösung stellt man dadurch dar, dass man 0·214 Gramm chemisch reines, durch Fällen von Chlorcalcium mit kohlensaurem Ammon bereitetes oder durch Pulvern von Kalkspathkrystallen gewonnenes kohlensaures Calcium in Salzsäure auflöst und nach Verjagung der freien (überschüssig zugesetzten) Säure in einem Liter Wasser aufnimmt.

Einfacher lässt sich die denselben Dienst leistende Barytlösung bereiten und zwar dadurch, dass man 0·523 reines, trockenes Chlorbarynm in einem Liter Wasser zur Lösung bringt.

Beide Flüssigkeiten haben dann eine Härte, die genau einem Gehalt von 12 Milligramm Kalk in 100.000 Theilen Wasser entspricht.

Die Seifenlösung wird durch Auflösen einer reinen Sorte von Natronölseife mittelst Alkohol vom specifischen Gewicht 0·923 dargestellt, da in destillirtem Wasser sich zu wenig des wirksamen ölsauren Natrons lösen und nicht lange in gleichförmiger Vertheilung verharren würde.

Die Seife muss frei von Aetznatron und kohlensaurem Natron sein, da diese beiden Substanzen Kalk- und Magnesia-Verbindungen in anderen Verhältnissen zur Fällung bringen als das ölsaure Natron. Man erfährt die An- oder Abwesenheit dieser beiden Verbindungen durch einen Zusatz von salpetersaurem Quecksilberoxydul zur wässerigen Lösung der Seife. Färbt sich die Lösung und namentlich die noch ungelöst gebliebenen Seifenflocken hiedurch grau bis schwarz, so ist eine derartige Seife zur Bereitung der Seifenlösung nicht geeignet und nur solche ist verwendbar, die in wässeriger Lösung durch salpetersaures Quecksilberoxydul gar nicht verändert wird.

Die Seifenlösung soll, wie bereits erwähnt, eine solche Concentration haben, dass gerade 45 Cubik-Centimeter derselben, — nicht mehr und nicht weniger —, 100 Cubik-Centimeter eines Wassers, das in diesen 100 Cubik-Centimetern 12 Milligramm Kalk enthält, zum Schäumen bringen. Da die Seife des Handels immer ein Product von wechselnder Zusammensetzung darstellt, so kann eine genau bestimmte Lösung derselben nicht auf Grundlage stöchiometrischer Berechnungen, sie muss vielmehr auf empirischem Wege bereitet werden.

Zu diesem Behufe werden etwa 10 Gramm Seife mit einem Liter Alkohol von angegebener Stärke längere Zeit digerirt und die Lösung filtrirt; sie dürfte gewöhnlich zu concentrirt ausfallen; um wie viel, erfährt man durch eine Vorprobe. 100 Centimeter der oben erwähnten Kalk- oder Barytsalz enthaltenden Lösung bringt man in eine mittelst eingeriebenen Glasstöpsels gut verschliessbare, wenigstens 200 Cubik-Centimeter fassende Flasche, und setzt von der Seifenlösung, mit der man eine 50 Cubik-Centimeter fassende Bürette gefüllt hat, so lange zu, bis nach dem Schütteln ein feiner Schaumrand von etwa Fingerdicke an der Oberfläche der Flüssigkeit durch einige Minuten stehen bleibt. Dann ist die Reaction zu Ende.

Hätte man nun beispielsweise gefunden, dass zur Erzeugung des Schaumrandes in den 100 Cubik-Centimetern Chorbaryum-Lösung nicht 45, sondern 40·3 Cubik-Centimeter Seifenlösung verbraucht wurden, so wären je 40·3 auf 45 mit demselben Alkohol zu verdünnen, mit welchem zuerst die Seife gelöst wurde. Andere gefundene Verhältnisse ergeben sich leicht nach derselben Berechnung. Das Verfahren, um die Härtebestimmung auszuführen, ist folgendes:

100 Cubik-Centimeter des zu untersuchenden Wassers werden in dasselbe Gefäss eingetragen, das zur Feststellung des Seifengehaltes diente. Die Seifenlösung wird aus einer Bürette, die in Zehntel Centimeter eingetheilt ist, tropfenweise dem zu untersuchenden Wasser zugesetzt, und die Flüssigkeit bei verstopftem Glas öfters geschüttelt. Man beobachtet, ob sich ein feiner, nach einigen Minuten noch nicht verschwindender Schaum bildet.

Fällt dieser bald zusammen, so wird neuerdings Seifenlösung zugesetzt, geschüttelt und beobachtet, ob der gebildete Schaum ruhig und ohne Bewegung in dem Fläschchen wenigstens 5 Minuten stehen bleibt. Erst wenn der Schaum durch eine Viertelstunde sich erhält, oder wenn er, falls er doch zusammengesunken sein sollte, durch blosses Schütteln ohne erneuten Zusatz von Seifenlösung hervortritt, ist die Reaction zu Ende. Es bedarf keiner Erwähnung, dass man im Anfange des Versuches grössere Portionen Seifenlösung auf einmal zuzusetzen wagen darf, dass man aber gegen das Ende sehr sorgfältig mit neuen Zusätzen verfahren und dieselben nur aus einzelnen Tropfen bestehen lassen muss.

Aus nachfolgender Tabelle ersieht man, welchem Härtegrad die bis zur Hervorbringung des bleibenden Schaumes nöthige Menge Seifenlösung entspricht.

0·5°	Härte	erfordern	3·4	Cubik-Centimeter	Seifenlösung
1·0°	„	„	5·4	„	„
1·5°	„	„	7·4	„	„
2·0°	„	„	9·4	„	„
2·5°	„	„	11·3	„	„
3·0°	„	„	13·2	„	„
3·5°	„	„	15·1	„	„
4·0°	„	„	17·0	„	„
4·5°	„	„	18·9	„	„
5·0°	„	„	20·8	„	„
5·5°	„	„	22·6	„	„
6·0°	„	„	24·4	„	„
6·5°	„	„	26·2	„	„
7·0°	„	„	28·0	„	„
7·5°	„	„	29·8	„	„
8·0°	„	„	31·6	„	„
8·5°	„	„	33·3	„	„
9·0°	„	„	35·0	„	„
9·5°	„	„	36·7	„	„
10·0°	„	„	38·4	„	„
10·5°	„	„	40·1	„	„
11·0°	„	„	41·8	„	„
11·5°	„	„	43·4	„	„
12·0°	„	„	45·0	„	„

Aus vorstehender Tabelle ist ersichtlich, dass die Ausscheidung des Kalkes im Wasser durch Seifenlösung nicht ganz proportional mit deren Zusatz geschieht, sondern dass jeder von den 12 Theilen Kalkes in obiger Lösung eine selbstständige empirisch festgestellte Menge der Seifenlösung beansprucht.

Je höher die Härte des Wassers ist, eine im Verhältniss um so geringere Seifenmenge vermag die Schaumbildung hervorzubringen.

Dieser Umstand ist dadurch begründet, dass aus dem Chlorcalcium und dem Natron Chlornatrium entsteht und zwar um so mehr, je mehr Chlorcalcium in dem Wasser gelöst war. Diese Anhäufung des Chlornatriums scheint die Ausscheidung des Kalkerdesalzes zu begünstigen und weniger Seifenlösung nöthig zu machen. Um diesen Verhältnissen Rechnung zu tragen, musste die obige Tabelle auf Grund directer Versuche entworfen werden.

Ueber den Gebrauch der Tafel ist noch zu sagen, dass in Fällen, wo die Maasse der verbrauchten Seifenlösung nicht gerade den in der Tabelle enthaltenen Zahlen entsprechen, die Ermittlung der Differenzen leicht Aufschluss über den Härtegrad gewährt. Z. B. es seien 44 Cubik-Centimeter Lösung gebraucht, so ist der Härtegrad zwischen 11·5 und 12 Grad; die Differenz zwischen den diesen beiden Graden entsprechenden Seifenmengen beträgt 1·6 Cubik-Centimeter, die Differenz der Härten beträgt einen halben Grad. Also die Grösse, die zu 11·5 Grad hinzukommt, beträgt $^6/_{16}$ eines halben Grades oder $^3/_{16}$, das ist nahezu $^2/_{10}$ Grad, die Härte des untersuchten Wassers ist also 11·7°.

Die obige Tabelle reicht nur bis zu 12 Grad Härte oder einem Seifenverbrauch von 45 Cubik-Centimeter auf 100 Cubik-Centimeter Wasser. Hat man ein Wasser vor sich, für welches zur Schaumbildung 45 Cubik-Centimeter nicht hinreichen (diese Wässer geben bei den ersten Portionen beigemengter Seifenlösung flockige Ausscheidungen, während die Wässer von gewöhnlichem Kalkgehalt nur trübe opalisirend werden), so stellt man einen zweiten Versuch an, wozu nur 50 Cubik-Centimeter, oder unter Umständen nur 20 Cubik-Centimeter oder auch nur 10 Cubik-Centimeter des fraglichen harten Wassers und so viel destillirtes Wasser, als zur Completirung auf 100 Cubik-Centimeter fehlt, verwendet werden. Begreiflich ist, dass in diesen Fällen das erhaltene Resultat je nach der angewendeten Verdünnung zu berechnen ist.

Hat man für die obige Bestimmung ungekochtes Wasser benützt, so erhält man durch dieselbe die Gesammthärte. Will man die permanente Härte kennen, so wird eine grössere Menge des Wassers genau abgemessen und dann einige Zeit in wallendem Kochen erhalten. Wenn etwa ein Drittel der Flüssigkeit verdampft ist, so lässt man sie erkalten, bringt sie sodann durch Zusatz von destillirtem Wasser auf jenes Volumen, welches sie vor dem Kochen besass und bestimmt in der obigen Weise deren Härte, die, in diesem Falle den Ausdruck für die im kohlensäurefreien Wasser löslichen Kalk- und Magnesia-Verbindungen gibt.

Gesammt- und Permanenthärte müssen demnach zusammenfallen, wenn das zu untersuchende Wasser weder freie Kohlensäure noch kohlensaure alkalische Erden enthält und sie müssen um so mehr differiren, je mehr freie Kohlensäure vorhanden und je bedeutender der Antheil an Kalk und Magnesia ist, welcher an Kohlensäure gebunden ist.

Nach den vorangegangenen Darlegungen ist es einleuchtend, dass in einem Wasser, welches nur Kalksalze enthält, diese

mittelst der Seifenlösung exact genug ihrem Gewiebte nach bestimmt werden können.

Anders müssen sieh jedoch die Verhältnisse gestalten, sobald in demselben Wasser auch Magnesia-Verbindungen enthalten sind, welche durch die Seifenlösung allerdings auch, aber nach anderen Verhältnissen gefällt werden, denn das Aequivalent des Calciums ist nicht dasselbe, wie jenes des Magnesiums; letzteres beträgt 24, ersteres 40. Für eine und dieselbe Menge von Kalk- und Magnesia-Verbindungen müssen demnach ganz verschiedene Mengen von Seifenlösung bis zur vollständigen Ausfällung der genannten Verbindungen in Anwendung komnen: das, was die gleiehe Menge Seifenlösung für 40 Calcium leistet, wird sehon von 24 Magnesium in Anspruch genommen.

Soll demnach die auf andere Weise bekannt gewordene Magnesia-Menge eines Wassers auf Härtegrade umgerechnet oder in Härtegraden ausgedrückt werden, so muss hiebei das Verhältniss des Aequivalentes der Magnesia und jenes des Kalkes berücksichtigt werden, das heisst je 40 Magnesia (Mg 0) als gleichwerthig mit 56 Kalk (Ca 0) in Rechnung gebracht werden.

Gewichts-analytische Bestimmung des Kalkes.

Der Kalkgehalt des Wassers lässt sich gewichts-analytisch sehr genau dadurch bestimmen, dass man alle Kalkverbindungen, welche das Wasser enthält, zuerst als oxalsauren Kalk ausfällt und den oxalsauren Kalk durch Glühen in kohlensauren Kalk überführt. Die Ausfällung der Kalksalze geschieht durch Zusatz genügender Mengen von oxalsaurem Ammon zu der mit Ammoniak versetzten Flüssigkeit, die Zersetzung des oxalsauren Kalkes in kohlensauren Kalk findet bei einer kaum an die dunkle Rothglühhitze reichenden Temperatur statt. Bei zu starkem Glühen entsteht neben kohlensaurem Kalk auch Aetzkalk.

Die Ausführung der Methode ist folgende: Eine genau gemessene Menge des Wassers, etwa 200—500 Cubik-Centimeter, werden erwärmt und mit Ammoniak und einer Lösung von oxalsaurem Ammonium im Ueberschuss versetzt; das hierdurch gefällte oxalsaure Calcium wird nach dem Absetzen auf einem kleinen Filter gesammelt, mit heissem Wasser ausgewaschen und getrocknet. Nach dem Trocknen nimmt man das Filter aus dem Trichter, drückt es etwas zusammen, schüttet den dadurch abgelösten Niederschlag so weit als möglich in einen gewogenen Platintiegel, verbrennt vorsichtig das Filter in einer Platindrahtspirale, bringt den Rückstand vom verbrannten Filter in die Höhlung des Tiegels und erhitzt den schräg gelegten Tiegel anfangs ganz gelinde, alsdann etwas stärker, bis der Boden des Tiegels ganz schwach roth glüht. Bei dieser Temperatur erhält man ihn 5 bis 10 Minuten; man lässt ihn schliesslich unter dem Exsiccator erkalten und wägt. Nach dem Wägen befeuchtet man den Inhalt des Tiegels, welcher weiss sein muss oder höchstens einen Stich in's Graue zeigen darf, mit etwas

Wasser und prüft dieses mit Curcumapapier. Wird dasselbe braun, so ist es ein Zeichen, dass man zu stark erhitzt hat und dass ein Theil des aus dem oxalsauren Kalke durch Glühen entstandenen kohlensauren Kalkes Kohlensäure verloren hat und Aetzkalk geworden ist.

Man bringt in diesem Falle in den Tiegel einige Tropfen einer Lösung von kohlensaurem Ammon, verdampft zur Trockene, glüht ganz gelinde und wägt. Hat das Gewicht zugenommen, so wiederholt man die angeführte Operation und zwar so lange, bis das Gewicht constant bleibt.

Der Tiegelinhalt besteht nun aus kohlensaurem Kalk; 100 Milligramm desselben entsprechen 56 Milligramm Kalk (Ca O).

Maass-analytische Bestimmung des Kalkes.

Auch hiebei wird aus einer genau gemessenen Menge von Wasser der Kalk durch Ammon und oxalsaures Ammon im Ueberschuss gefällt, auf einem Filter gesammelt und mit heissem Wasser gewaschen. Hierauf durchstösst man das Filter und spritzt den noch feuchten Niederschlag in ein kleines Becherglas, wäscht das Filter mit etwas verdünnter Schwefelsäure aus, erwärmt die erhaltene Lösung und bestimmt die Oxalsäure in derselben durch Titriranalyse mittelst Chamäleonlösung.

Aus der verbrauchten Menge an Chamäleonlösung berechnet sich die Menge der in dem gelösten Niederschlag vorhandenen Oxalsäure und damit auch jene des Kalkes*).

Gewichts-analytische Bestimmung der Magnesia.

Diese Methode beruht auf der Thatsache, dass Magnesiasalze durch phosphorsaures Natron bei Gegenwart von Ammon und Ammonsalzen vollständig als basisch-phosphorsaure Ammon-Magnesia gefällt werden und letzteres Salz durch Glühen in pyrophosphorsaure Magnesia übergeführt wird.

Bei Ausführung des Verfahrens wird das Filtrat von dem oxalsauren Calcium mit Salmiak, Ammon und phosphorsaurem Natron versetzt, der gebildete Niederschlag auf einem Filter nach einigen Stunden gesammelt, mit ammoniakhaltigem Wasser gewaschen, geglüht und gewogen. Er stellt pyrophosphorsaure Magnesia dar. Je 222 Theile derselben entsprechen 80 Theilen Magnesia.

Maass-analytische Bestimmung der Magnesia.

Der aus dem Filtrate von dem oxalsauren Kalk durch Fällen mit Ammon und Phosphorsalz entstandene, gewaschene Niederschlag wird in ein Becherglas gespritzt und Essigsäure bis zur vollständigen

*) Betreffs der Ausführung der Bestimmung des Wirkungswerthes der Chamäleonlösung wird auf die späteren, bei Untersuchung der organischen Substanzen anzuführenden Erörterungen hingewiesen.

Lösung derselben hinzugefügt. Dann wird das Ganze durch Zusatz von destillirtem Wasser auf etwa 50 Cubik-Centimeter gebracht und in dieser Lösung die Menge der Phosphorsäure durch Titriren mit Uran bestimmt.

Diese Bestimmung beruht darauf, dass heisse Lösungen eines im Wasser oder in Essigsäure löslichen phosphorsauren Salzes bei Gegenwart freier Essigsäure mit einer Lösung von essig- oder salpetersaurem Uranoxyd einen Niederschlag von phosphorsaurem Uranoxyd geben. Dieser Niederschlag ist in Essigsäure vollkommen unlöslich, wird aber von Mineralsäuren aufgenommen. Da der Niederschlag eine schleimige Beschaffenheit hat und sich nicht ganz leicht absetzt, so kann man an der Flüssigkeit durch Aufhören der Fällung den Endpunkt der Reaction nicht wahrnehmen; daher muss man zur Entscheidung, ob alle Phosphorsäure gefällt ist, einen kleinen Ueberschuss von Uranoxyd zusetzen, der mit Leichtigkeit durch die überaus empfindliche Reaction der Uranoxydsalze mit Blutlaugensalz entdeckt werden kann. Uranoxydsalze geben nämlich mit gelbem Blutlaugensalz eine braunrothe Fällung.

Um den Wirkungswerth der anzuwendenden Uranlösung bestimmen zu können, muss man sich vorerst eine Phosphorsäurelösung von bekanntem Gehalt bereiten. Löst man 10·085 krystallisirtes, nicht verwittertes, reines phosphorsaures Natron in einem Liter Wasser auf, so hat man eine Lösung, von der 50 Cubik-Centimeter 0·1 Gramm Phosphorsäure enthalten.

Man löst nun reines Uranoxyd in reiner Essigsäure auf und verdünnt so, dass durch 20 Cubik-Centimeter der Lösung genau 50 Cubik-Centimeter der phosphorsauren Natronlösung gefällt werden.

Von der Uranlösung setzt man zu der auf Magnesia zu untersuchenden Flüssigkeit unter Erhitzen im Wasserbade aus einer Bürette so lange tropfenweise zu, als sich der Niederschlag zu vermehren scheint, bringt dann ein oder zwei Tropfen der Mischung auf eine weisse Porzellanfläche und gibt mit einem dünnen Glasstabe einen Tropfen einer nur schwach gelblich gefärbten Blutlaugensalzlösung in die Mitte des etwas ausgebreiteten Tropfens der Mischung. Sobald ein geringer Uebersehuss von Uranoxyd vorhanden ist, bildet sich ein Inselchen von röthlich braunem Schimmer. Entspricht die erhaltene Färbung der Nuance, bei welcher man die Uranlösung ursprünglich titrirt hat, so ist der Versuch beendet.

Je 1 Cubik-Centimeter verbrauchter Uranlösung entspricht 2·815 Milligramm Magnesiumoxyd.

Bestimmung der Alkalien.

Eine directe qualitative oder quantitative Bestimmung der Alkalien im Wasser wird nur in den allerseltensten, die Hygiene interessirenden Fällen nothwendig sein. Wo die Umstände eine solche Bestimmung der Alkalien erfordern würde, sei nachfolgendes Verfahren empfohlen:

Man dampft 1250 Cubik-Centimeter des Wassers auf etwa 200 Cubik-Centimeter ein, versetzt es in einer 250 Cubik-Centimeter fassenden Flasche mit so viel Chlorbaryumlösung, dass alle Schwefelsäure ausgefällt wird, dann mit reiner Kalkmilch zur alkalischen Reaction und füllt zu 250 Cubik-Centimeter destillirtes Wasser auf. Nun werden durch ein trockenes Filter 200 Cubik-Centimeter abfiltrirt, mit oxalsaurem Ammon erwärmt und nach dem Erkalten wieder zu 250 Cubik-Centimeter aufgefüllt, nun neuerdings durch ein trockenes Filter 200 Cubik-Centimeter abfiltrirt, in einer Platinschale zur Trockene verdampft und durch vorsichtiges Erhitzen die Ammoniumverbindungen vertrieben. Der nun bleibende Rückstand sind die an Chlor gebundenen Alkalien in 800 Cubik-Centimeter Wasser.

Gewichts-analytische Bestimmung des Chlors.

200 Cubik-Centimeter Wasser werden mit Salpetersäure angesäuert und kochend so lange mit einer Lösung von salpetersaurem Silber versetzt, als noch ein Niederschlag erfolgt. Das gefällte Chlorsilber wird auf einem Filter gesammelt, mit heissem Wasser ausgewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen. 143·5 Chlorsilber entsprechen 35·5 Chlor.

Maass-analytische Bestimmung des Chlors.

Die Chlorbestimmung kann in Trinkwässern in genauer Weise mittelst einer in ihrem Wirkungswerth bekannten Lösung von salpetersaurem Silber maass-analytisch vorgenommen werden.

Das Princip der Methode besteht darin, dass salpetersaures Silber aus neutralen Flüssigkeiten, welche neben Chlorverbindungen etwas gelbes chromsaures Kali gelöst enthalten, zuerst alles vorhandene Chlor als weisses Chlorsilber und erst hierauf die Chromsäure als tiefrothes chromsaures Silber ausfällt. So lange daher durch Zusatz der Silberlösung in der Flüssigkeit noch immer ein rein weisser Niederschlag bemerkbar ist, ist noch nicht alles Chlor an Silber gebunden; der erste Tropfen Silberlösung jedoch, welcher der Flüssigkeit eine schwach fleischrothe Farbe ertheilt, die auch nach dem Umrühren nicht verschwindet, zeigt den Moment an, in welchem alles Chlor ausgefällt ist. Aus der Menge bis dahin verbrauchter Silberlösung für eine bestimmte Menge Wassers lässt sich nach dem Aequivalenten-Verhältnisse die Menge des in demselben enthaltenen Chlors berechnen. Durch je 170 Theile salpetersaures Silber fällt und findet man 35·5 Theile Chlor, daher mittelst 47·887 Milligramm salpetersauren Silbers fällt man 10 Milligramm Chlor, und wenn demnach jene 47·887 Milligramm Silbersalpeter in 1 Cubik-Centimeter Wasser gelöst sind, so wird für je 10 Milligramm Chlor genau immer Ein solcher Cubik-Centimeter aufgebraucht werden.

Die zur Vornahme dieser Bestimmung nöthigen Reagentien sind: ein kleiner Vorrath von gelbem chromsauren Kali und eine Lösung von Silbersalpeter, welche zweckmässigerweise durch Auf-

lösen von 47·887 Gramm reinen salpetersauren Silbers in einem Liter Wasser bereitet wurde. Hat man weissen, reinen Höllenstein verwendet, so enthält jeder Cubik-Centimer so viel Silber, dass damit gerade 10 Milligramm Chlor ausgefällt werden.

Der Versuch wird in der Weise ausgeführt, dass man zu einem gemessenen und nöthigenfalls auf ein kleines (100 Cubik-Centimeter) eingedampftes Volum des zu untersuchenden Wassers ein oder zwei Kryställchen von gelbem chromsauren Kali zusetzt, wodurch die Flüssigkeit eine gelbe Farbe erhält. Zu ihr tröpfelt man unter sorgfältigem Umrühren so lange von der Silberlösung, bis ein Tropfen eine wahrnehmbare Fleischfarbe hervorruft, die trotz längeren und gründlichen Mischens der Flüssigkeit bleibt. So viele Cubik-Centimeter Silberlösung bis dahin verbraucht wurden, so vielmal 10 Milligramme sind in der zur Untersuchung genommenen Wassermenge.

Schwefelsäure.

Die quantitative Bestimmung dieses Bestandtheiles der Trinkwässer dürfte sich nur in seltenen Fällen für die hygienische Praxis als nothwendig herausstellen. Man lasse ihr jedesmal die qualitative Prüfung vorausgehen, indem man in einer gewöhnlichen Proberöhre einige Cubik-Centimeter des fraglichen, durch einige Tropfen Salzsäure angesäuerten Wassers mit einer Chlorbaryumlösung versetzt. Tritt hiedurch keine Veränderung oder nur eine sehr geringe Trübung ein, so ist eine quantitative Ermittelung im Allgemeinen bei hygienischen Untersuchungen nicht nöthig.

Ist aber ein bedeutenderer Niederschlag von schwefelsaurem Baryt entstanden und will man den Gehalt an Schwefelsäure im Wasser genau kennen, so kann man je nach den zu Gebote stehenden Hilfsmitteln die Bestimmung der Schwefelsäure gewichts- oder maass-analytisch vornehmen.

a) Gewichts-analytische Bestimmung der Schwefelsäure.

200 Cubik-Centimeter des zu untersuchenden Wassers werden mit Salzsäure angesäuert, in einem Becherglase zum Sieden erhitzt und so lange mit Chlorbaryumlösung versetzt, als noch ein Niederschlag erfolgt; grosser Ueberschuss von Chlorbaryum ist möglichst zu meiden. Nach dem Absetzen wird die klare Flüssigkeit durch ein kleines Filter gegossen, dann der Niederschlag mit heissem Wasser aufgerührt, aufs Filter gebracht und ausgewaschen. Nach dem Trocknen wird das Filter in der beim Kalk angegebenen Weise verbrannt. Durch Wägen des geglühten Niederschlages erhält man die Menge des gebildeten schwefelsauren Baryts, aus dem sich die darin enthaltene Schwefelsäure berechnet, da 233 Theile schwefelsaurer Baryt 98 Theilen Schwefelsäurehydrat entsprechen.

b) Maass-analytische Bestimmung der Schwefelsäure.

Eine sehr bequeme, wenn auch nicht völlig genaue, maass-analytische Bestimmung der Schwefelsäure besteht darin, dass man zuerst die Härte des Wassers mittelst der Seifenlösung bestimmt, dann 50 Cubik-Centimeter dieses Wassers mit 50 Cubik-Centimeter einer Lösung von salpetersaurem Baryt, deren Härtegrad bestimmt ist, vermischt und nun die Härte der Mischung bestimmt. Die letztere würde der Summe der ursprünglichen halben Härte des Wassers plus der halben Härte des zugesetzten Barytwassers entsprechen (weil nicht 100 Cubik-Centimeter, sondern nur 50 Cubik-Centimeter von jeder Flüssigkeit genommen wurden), wenn nicht ein Theil des Baryts, an Schwefelsäure gebunden, ausgefällt wäre. Der hierdurch entstandene Verlust an Härte ist der Menge der Schwefelsäure proportional und lässt sich, da die Verminderung um je einen Härtegrad 1·74 Milligramm Schwefelsäure (als Hydrat) anzeigt, leicht berechnen.

Kohlensäure.

Die sogenannte halb gebundene und die ganz freie Kohlensäure werden zusammen durch jenes einfache, von Pettenkofer angegebene maass-analytische Verfahren bestimmt, welches auch zur Kohlensäurebestimmung in der Luft dient und bei Besprechung der Luftuntersuchung abgehandelt werden wird.

Salpetrige Säure.

Zu ihrem Nachweis im Wasser sind besonders jene Methoden empfehlenswerth, welche sich auf die Zerlegung löslicher Jodverbindungen und die Ermittlung des leicht auffindbaren Jodes gründen. Das Prineip dieser Methoden besteht darin, dass freie salpetrige Säure aus Jodkaliumlösung Jod in Freiheit setzt, welches entweder durch geeignete Lösungsmittel (Schwefelkohlenstoff) mit ganz charakteristischer Färbung aufgenommen wird oder zugesetzte Stärkekleisterlösung bläut. Das Freiwerden der salpetrigen Säure aus ihrer Verbindung mit Basen wird durch Zusatz einiger Tropfen reiner verdünnter Schwefelsäure erzielt.

Bei Ausführung des Verfahrens wird eine nicht zu geringe Menge des Wassers, etwa 50 bis 100 Cubik-Centimeter, in einem Kölbchen oder einem grösseren Probirrohre mit einem Tropfen verdünnter Schwefelsäure und etwas Jodkaliumlösung vermengt, hierzu etwa 1 bis 2 Cubik-Centimeter reine, frisch bereitete Stärkekleisterlösung gesetzt und einigemale umgeschüttelt. Sind auch nur sehr geringe Mengen salpetriger Säure im untersuchten Wasser, so färbt sich der Schwefelkohlenstoff mehr oder weniger, aber immer deutlich röthlich; die mit Stärkekleister versetzte Probe dagegen schwach violett bis intensiv blau. Nach längerem Stehen tritt die Reaction immer viel deutlicher hervor.

Beide Reactionen sind überaus empfindlich; mittelst der Stärkekleister-Reaction lassen sich noch geringere Mengen salpetriger Säure als der millionste Theil eines Milligrammes in Form einer gleich auftretenden violetten, nach und nach mehr blauen Färbung erkennen und für den Schwefelkohlenstoff liegt die Grenze der eben noch wahrnehmbaren Farbenveränderung durch das freigewordene Jod für ein normal empfindliches Auge bei $^1/_{200}$ Milligramm.

Die quantitative Bestimmung der salpetrigen Säure geschieht gewöhnlich auf colorimetrischem Wege nach Trommsdorf. Man bedarf hiezu einer salpetrigsauren Kalilösung, welche in 1 Cubik-Centimeter 0·91 Milligramm salpetrige Säure enthält. Man stellt dieselbe durch Zersetzen von 0·406 Gramm reinem salpetrigsaurem Silberoxyd mit reinem Chlornatrium dar. Die so erhaltene Masse löst man in einem Liter Wasser auf, nimmt von dieser Lösung 100 Cubik-Centimeter und verdünnt sie neuerdings durch Wasser auf einen Liter. Ferner bedarf man einer Jodzinkstärkelösung. Um diese herzustellen, wird eine Lösung von 20 Gramm Chlorzink in 100 Theilen Wasser mit 5 Gramm Stärke, welche als Stärkemilch zugesetzt wird, gekocht. Dann wird die Flüssigkeit mit 2 Gramm Zinkjodid versetzt und das Ganze auf 1 Liter verdünnt.

Bei dem Versuche werden 100 Cubik-Centimeter Wasser mit 3 Cubik-Centimeter Jodzinkstärkelösung in einem engen Glascylinder von circa 20 Centimeter Höhe gemischt, dann mit 1 Cubik-Centimeter verdünnter Schwefelsäure (1 : 3) versetzt. Die entstehende Bläuung wird nun mit derjenigen verglichen, welche auf gleiche Weise, durch eine bestimmte Menge, 1 bis 4 Cubik-Centimeter, von der bekannten salpetrigsauren Kalilösung in gleichgrossen Cylindern und möglichst gleichzeitig angestellt, hervorgebracht wird. Wird das zu untersuchende Wasser tief dunkelblau gefärbt, so muss ein geringeres Quantum desselben in einem bestimmten Verhältnisse mit reinem destillirten Wasser verdünnt werden.

Salpetersäure.

Für die Beurtheilung eines Wassers kann oft der blosse quantitative Nachweis des Vorhandenseins von Salpetersäure von Interesse sein und genügen.

Sind in einem Wasser nur sehr geringe Mengen von salpetersauren Salzen vorhanden, so können diese in dem Wasser, ohne es einzudampfen, entweder gar nicht oder nur mit den überaus empfindlichen Reactionen, die sub 3, 4 und 5 unten angeführt sind, nachgewiesen werden.

Meist wird es zum Zwecke des Nachweises der Salpetersäure erforderlich sein, eine grössere Menge des Wassers entweder bis auf einen geringen Rest oder bis zur Trockene einzudampfen, und mit dem Rückstand die Reactionen vorzunehmen.

Die wichtigsten Reactionen auf Salpetersäure sind:

1. Mit Eisenvitriol und concentrirter Schwefelsäure. Salpetersäure, wenn sie aus ihren Verbindungen durch ein Uebermaass von

concentrirter Schwefelsäure verdrängt wird, zerfällt bei Gegenwart von Wasser in niedrigere Oxydationsstufen des Stickstoffes, die ihren Sauerstoff rasch auf leicht oxydable Körper übertragen und auf solche Weise die grünlich gefärbte Lösung von Eisenvitriol bräunlich färben, indem Eisenoxyd entsteht. Auch bildet sich hiebei Stickstoffperoxyd, das von der Eisenlösung mit dunkler Farbe aufgenommen wird. Bei erheblichen Mengen von Salpetersäure entweichen auch gelbliche Dämpfe der zersetzten Salpetersäure.

Die Probe wird in der Weise vorgenommen, dass man das zu untersuchende Wasser mit dem gleichen Volum concentrirter Schwefelsäure versetzt und nach dem Erkalten vorsichtig eine starke Lösung von Eisenvitriol oder einige Stückchen davon in Substanz zugibt. Bei Anwesenheit von Salpetersäure entsteht eine rothbraune Grenzschicht, später eine bräunliche Färbung der Flüssigkeit und wenn die Menge der Salpetersäure eine erhebliche ist, so entwickeln sich auch die oben erwähnten Dämpfe.

2. Fügt man zur Auflösung eines salpetersauren Salzes etwas Schwefelsäure und soviel Indigolösung, dass die Flüssigkeit deutlich hellblau erscheint und erhitzt die Mischung zum Kochen, so verschwindet die blaue Farbe, wenn man nicht zuviel Indigo zugesetzt hat, indem sich der Indigo auf Kosten des Sauerstoffes der durch die Schwefelsäure freigemachten Salpetersäure oxydirt. Die Flüssigkeit wird schwach gelblich oder farblos.

3. Löst man etwas Brucin in concentrirter, völlig reiner Schwefelsäure und fügt ein wenig einer Salpetersäure enthaltenden Flüssigkeit zu, so färbt sich die Lösung sofort prächtig roth.

4. Einige Tropfen einer Lösung von Carbolsäure in 4 Theilen concentrirter Schwefelsäure und 2 Theilen Wasser werden auf den Abdampfrückstand des völlig zur Trockene gebrachten Wassers gefügt; bei Gegenwart von Salpetersäure entsteht eine braunrothe Farbe, die bei Zusatz von Ammon grün und dann gelb wird. Diese Reaction wird durch die kleinsten Mengen von Salpetersäure hervorgerufen und oft gelingt sie mit dem Rückstande weniger Tropfen des Wassers. Sie soll noch 0·0000004 Gramm Salpetersäure erkennen lassen.

5. Anilinsalze werden bei Gegenwart von concentrirter Schwefelsäure durch Salpetersäure, auch wenn sie nur in ganz geringer Menge vorhanden sind, in Nitranilin umgewandelt, welches sich in der Schwefelsäure mit rother Farbe löst.

Man nimmt die Probe am besten so vor, dass man in einer Proberöhre zu der auf Salpetersäure zu untersuchenden Flüssigkeit zuerst einige Tropfen einer Anilinlösung, welche durch Eintragen je eines Tropfens käuflichen Anilins und reiner concentrirter Schwefelsäure in 100 Cubik-Centimeter destillirten Wassers bereitet wurde, eingiesst, und dann, ohne zu schütteln, concentrirte Schwefelsäure in einer dem zu untersuchenden Wasser gleichen Menge hinzufügt. Die geringsten Spuren von Salpetersäure rufen eine Rothfärbung an der Grenzzone zwischen Wasser und Schwefelsäure hervor.

Zur quantitativen Bestimmung der Salpetersäure empfehlen sich nachfolgende zwei Methoden, und zwar die sub a beschriebene wegen der Einfachheit und Raschheit der Ausführung und die sub b erörterte, wegen ihrer etwas grösseren Genauigkeit.

a) Maass-analytische Bestimmung der Salpetersäure mittelst Indigo.

Das Princip, auf das sich diese Methode stützt, ist bereits bei Besprechung der qualitativen Bestimmung der Salpetersäure mit Indigo berührt worden. Es ist begreiflich, dass man, je mehr Salpetersäure in der Flüssigkeit ist, desto mehr Indigolösung wird zusetzen müssen, bis die Mischung endlich blau bleibt. Sonach ist die bleibende Blaufärbung hier als Marke des Endes der Reaction zu benützen, denn sobald die Flüssigkeit blau bleibt, ist es ein Zeichen, dass keine die blaue Farbe zerstörende Substanz, d. h. keine Salpetersäure mehr in der Flüssigkeit vorhanden ist.

Das Materiale für die Bereitung der Indigolösung, der Indigocarmin, ist, wie er im Handel vorkommt, ein Product von wechselndem Gehalte. Die Indigolösung muss stets nach Bedarf bereitet werden, wobei dieselbe jedesmal zu filtriren ist, um etwa ungelöste Klumpen zurückzuhalten. Endlich ist diese Lösung auf ihren Werth immer durch eine Salpetersäurelösung von bekannter Concentration zu prüfen.

Es ist aber sehr leicht, eine Lösung von bekanntem Salpetersäuregehalte zu bereiten, denn in 101·2 Salpeter sind 63 Salpetersäure enthalten, mithin in 160 Salpeter 100 Salpetersäure. Nimmt man daher 160 Milligramm Salpeter mit 100 Cubik-Centimeter destillirtem Wasser auf, so enthält jeder Cubik-Centimeter dieser Lösung gerade 1 Milligramm Salpetersäure.

Die Salpetersäure ist nun im Wasser nicht als solche enthalten, sondern darin an Basen gebunden; aber selbst wenn sie frei wäre, so würde die immer nur geringe Menge derselben nicht ohneweiters die zugegebene Indigolösung oxydiren und entfärben. Wird jedoch die Mischung wenigstens mit der Hälfte ihrer Menge concentrirter Schwefelsäure vermengt und gekocht, so wird der Process der Oxydation rasch und vollständig durchgeführt.

Nach diesen Andeutungen werden zunächst 100 Cubik-Centimeter destillirten Wassers mit 10 Cubik-Centimeter der Salpeterlösung versetzt, hierzu wenigstens 50 bis 60 Cubik-Centimeter concentrirter Schwefelsäure gebracht, und nach dem Umschwenken die Mischung gekocht. Während des Kochens wird in dieselbe von der eben bereiteten und filtrirten Indigolösung (Indigocarmin in Wasser aufgelöst) aus einer Bürette so lange zugesetzt, bis die blauen Tropfen nicht mehr verschwinden, sondern einen bläulichgrünen, gleichmässigen Farbenton in der Flüssigkeit verbreiten, dessen Auftreten anzeigt, dass eben alle vorhandene Salpetersäure durch die hinzugetröpfelte Indigolösung verzehrt worden ist. Die Zahl der bis dahin verbrauchten Cubik-Centimeter zeigt 10, ihr zehnter Theil also 1 Milligramm Salpetersäure an.

Das auf Salpetersäure zu untersuchende Wasser wird genau so behandelt, nur wird keine Salpeterlösung zugefügt.

Aus der bis zum Eintritte der gleichmässigen, bleibenden, grünen Färbung der Flüssigkeit verbrauchten Menge der Indigolösung kann nach dem Vorigen die Menge Salpetersäure, die sich in den 100 Cubik-Centimeter verwendeten Wassers befand, berechnet werden.

Hätte man z. B. auf 100 Cubik-Centimeter destillirten Wassers, denen 10 Milligramm Salpetersäure zugesetzt worden waren, 32 Cubik-Centimeter Indigolösung bis zur Endreaction verbraucht, so entsprächen 3·2 Cubik-Centimeter derselben Einem Milligramm Salpetersäure; wären dann von dieser Lösung auf 100 Cubik-Centimeter untersuchten Wassers bis zur Endreaction 24 Cubik-Centimeter nothwendig gewesen, so müssten darin $24 : 3{\cdot}2 = 7{\cdot}5$ Milligramm Salpetersäure enthalten sein.

Wohl in's Auge zu fassen ist bei dieser Bestimmung, dass das fragliche Wasser nicht mehr als 20 bis 25 Milligramm per 50 Cubik-Centimeter an Salpetersäure enthalten darf, weil sonst die Flüssigkeit durch die Oxydationsproducte des Indigos (Isatin) zu stark sich färben und die Endreaction dadurch an Schärfe verlieren könnte. In diesem Falle wird das zu untersuchende Wasser mit destillirtem entsprechend verdünnt.

Bei dieser Methode treten weitere Ungenauigkeiten ein, wenn leicht oxydirbare organische Substanzen vorhanden sind, weil alsdann die in Freiheit gesetzte Salpetersäure nicht blos auf den Indigo, sondern auch auf jene wirkt. Man kann diesen Fehler vermeiden, wenn die organischen Substanzen vor der Salpetersäurebestimmung durch Chamäleonlösung (siehe unten) oxydirt werden.

Zu bemerken ist auch, dass salpetrige Säure auf Indigo ebenso wirkt, als Salpetersäure.

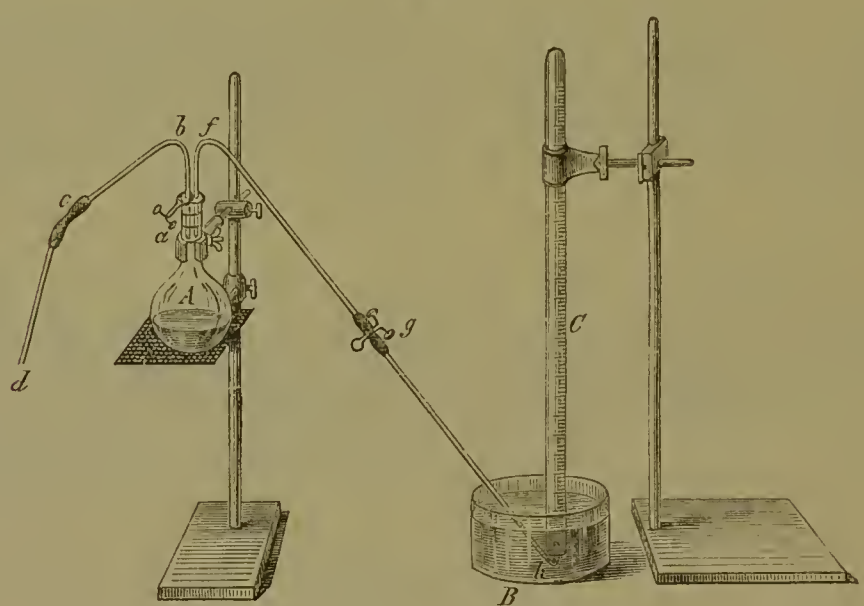
b) Quantitative Bestimmung der Salpetersäure aus dem daraus entwickelten Stickoxyd.

Diese Methode empfiehlt sich für Geübtere und beruht darauf, dass 126 Theile Salpetersäure mit 219 Chlorwasserstoff und 762 Eisenchlorür (durch Auflösen von Eisen in Salzsäure bei Luftabschluss) in 975 Theile Eisenchlorid und 60 Theile Stickoxyd zerfallen. Aus der Menge des zersetzten Eisenchlorürs oder des entwickelten Stickoxyds lässt sich somit die angewandte Salpetersäure berechnen.

Die Methode Schlösing bestimmt das Stickoxyd. 100 bis 300 Cubik-Centimeter Wasser werden in einer Schale auf etwa 50 Cubik-Centimeter eingedampft und diese zusammen mit den abgeschiedenen Erdalkali-Carbonaten in ein etwa 150 Cubik-Centimeter fassendes Kölbchen *A* (Fig. 20) gebracht und mit wenig destillirtem Wasser nachgespült. Der Kolben ist mit einem doppelt durchbohrten Kautschukstopfen verschlossen und mit den beiden gebogenen Röhren *a b c* und *f g* versehen, von denen die erstere unterhalb

des Stopfens zu einer nicht zu feinen Spitze ausgezogen ist. Die zweite schneidet genau mit der unteren Fläche des Stopfens ab. Bei *c* und *g* befinden sich Kautschukschläuche, die durch Quetschhähne verschlossen werden können. *B* ist eine mit 10procentiger Natronlauge gefüllte Glaswanne; *C* eine in $^1/_{10}$ Cubik-Centimeter getheilte, möglichst enge, mit ausgekoehter Natronlauge gefüllte Messröhre. Man kocht bei offenen Röhren das Wasser im Kölbchen *A* weiter ein und bringt gegen Ende der Operation das Rohr *f g h*, welches bei *h* einen Kautschukschlaueh übergeschoben erhält, in die Lauge, so dass die Wasserdämpfe durch dieselbe theilweise entweichen. Steigt dann beim Zudrücken des Schlauches *g* die Lauge sehnell zurück, so schliesst man denselben mit dem Quetschhahn und lässt die Dämpfe dureh *a b c d* so lange entweichen, bis die

Fig. 20.



Flüssigkeit im Kolben circa 10 Cubik-Centimeter beträgt. Man schliesst alsdann auch *c* und füllt *c d* mit Wasser. Hierauf wird die Röhre *C* über *f g h* gesehoben und durch das entstandene Vacuum in *A* dureh *a b c* 15 bis 20 Cubik-Centimeter coneentrirter Eisenchlorürlösung und darauf eine geringe Menge concentrirter Salzsäure eingesaugt. Jetzt wird der Kolben *A* gelinde erwärmt, und sobald sich die Kautschukschläuche aufbauchen, der Hahn *g* durch den Finger so lange ersetzt, bis der Druek stärker wird, worauf man das Gas nach *C* übersteigen lässt. Gegen Ende der Operation wird stärker erhitzt, wodurch das entwickelte Salzsäuregas sämmtliches Stickoxyd in die Röhre *C* treibt, während es selbst von der Natronlauge absorbirt wird. Nimmt dann das Volum in *C* nicht mehr zu, so entfernt man *g h*, bringt *C* in einen mit kaltem Wasser (15 bis 18° C.) gefüllten Cylinder und liest nach 20 Minuten das Volumen des Stickoxydes ab. Man reducirt dasselbe nach

der Formel $v' = \frac{v\,(B-f)\,273}{(273+t)\,760}$, worin B den Barometerstand, f die der Temperatur entsprechende Tension des Wasserdampfes, t die Temperatur und v das abgelesene Volumen bedeuten, auf 0^0 C. und 760 Millimeter Barometerstand und berechnet daraus die Menge der vorhandenen Salpetersäure. Das aus einem Milligramm Salpetersäure entwickelte Stickoxyd nimmt bei 0^0 und 760 Millimeter Barometerstand den Raum von 0·41 Cubik-Centimeter ein; multiplicirt man daher die Anzahl der reducirten Cubik-Centimeter Stickoxyd mit 2·43, so erhält man die Anzahl der Milligramme Salpetersäure.

Betreffs der Entwickelung der obigen Formel zur Reduction des abgelesenen Volumens auf das Volumen bei 0^0 und 760 Millimeter Barometerstand wird auf das später beim Absehnitt über Luft zu Erörternde hingewiesen.

Nachweis des Ammoniak.

Ammoniak wird qualitativ im Wasser am besten mittelst des Nessler'schen Reagenz oder mittelst Lösungen von Sublimat und kohlensaurem Kali nachgewiesen.

Das Princip dieser Methode ist darauf begründet, dass Ammoniaksalze, sowie viele naeh dem Typus Ammoniak constituirte organische Verbindungen in neutralen oder alkalischen Lösungen mit Quecksilberjodid und Quecksilberchlorid eigenthümliche Ammoniumverbindungen liefern, in welchen Wasserstoff-Atome dureh Quecksilber-Atome ersetzt sind und welche als unlösliche weisse oder gelbe Präcipitate in der Flüssigkeit zu Boden sinken, oder in ihr bei spurenweisem Vorkommen längere Zeit suspendirt bleiben, wodurch dieselbe ein opalisirendes, weissliches oder gelbliches Aussehen erhält.

Zur Bereitung des Nessler'schen Reagenz werden 20 Gramm Jodkalium in 50 Cubik-Centimeter destillirtem Wasser gelöst und der kochenden Flüssigkeit so viel Quecksilberjodid zugefügt, bis ein Theil desselben ungelöst bleibt. Der erkalteten Flüssigkeit werden 200 Cubik-Centimeter destillirtes Wasser zugesetzt und von dem hiebei entstandenen Niederschlage abfiltrirt, man erhält so eine eigenthümlich gelb gefärbte Lösung, welche man für sich in wohlverschlossener Flasche aufbewahrt. 20 Cubik-Centimeter dieser Lösung mit 30 Cubik-Centimeter concentrirter Kalilauge vermischt, liefern das Nessler'sche Reagenz.

Die Sublimatlösung wird durch Auflösen eines Theiles Sublimat in 30 Theilen Wasser, die kohlensaure Kalilösung dureh Auflösen eines Theiles reinen kohlensauren Kalis in 50 Theilen destillirten Wassers bereitet. Diese letzten zwei Lösungen werden getrennt aufbewahrt.

Zur Prüfung des Wassers auf einen etwa vorhandenen Ammongehalt werden in eine geräumige Proberöhre 100 Cubik-Centimeter Wasser und entweder einige Tropfen des Nessler'schen, oder je fünf Tropfen der beiden andern Reagentien gebracht. Sind auch nur

Spuren von Ammoniaksalzen im Wasser, so entsteht im ersten Fall (Zusatz des Nessler'schen Reagenz) eine gelbliche bis röthliche Trübung, welche man bei sehr geringem Grade am besten in der Weise wahrnimmt, dass man durch die ganze Länge der Flüssigkeitssäule den Boden des Gefässes betrachtet; wenn aber die das zweite Reagenz zusammensetzenden Lösungen angewendet wurden, entstehen wolkige Bänder von reinweisser Farbe und das Wasser wird alsbald mehr oder weniger weisslich opalisirend. Hierbei soll von weniger Geübten niemals unterlassen werden, die gleiche Menge destillirten Wassers derselben Behandlung zum Vergleiche zu unterziehen und die Probe jedenfalls durch einige Zeit stehen zu lassen. Ist auch dann nichts von einer Trübung zu bemerken, so ist die gänzliche Abwesenheit von Ammon erwiesen. Bei sehr harten Wässern ist es zweckmässig, zuerst durch eine Lösung reinen kohlensauren Natrons den Kalk und die Magnesia niederzuschlagen, hierauf die Flüssigkeit zu filtriren und das Filtrat mit dem Nessler'schen Reagenz zu prüfen. Harte Wässer geben nämlich mit Nessler'schem Reagenz eine Fällung von Kalk und Magnesia, welche die gelbliche Farbe der Flüssigkeit in sich concentrirt und von minder Geübten auf Rechnung bedeutender Ammonverbindungen gesetzt werden könnte.

Quantitative Bestimmung des Ammoniaks.

a) Colorimetrisch mittelst Nessler's Reagenz.

Durch das Nessler'sche Reagenz wird ein Wasser um so stärker getrübt und gefärbt, je reicher an Ammoniak es ist. Wenn bei gleicher Behandlung zweier Wasserproben durch den Zusatz gleich grosser Mengen von Nessler'schem Reagenz die hierdurch entstehende Färbung und Trübung beiderseits gleich ist, so kann man annehmen, dass beide Wasserproben gleich viel Ammoniak enthalten. Hierauf beruht die colorimetrische Bestimmung des Ammoniaks im Wasser. Man benöthigt dazu einer Ammonlösung von bekanntem Gehalt, und zwar zweckmässig einer solchen, die in 1 Cubik-Centimeter 0·01 Milligramm Ammon enthält. Diese Lösung wird durch Auflösen von 0·0315 Gramm Chlorammonium in 1 Liter ammonfreiem Wasser erhalten.

Der Versuch wird in der Weise ausgeführt, dass man einerseits 100 Cubik-Centimeter des zu untersuchenden Wassers in ein Cylinderglas bringt, hiezu 1·5 Cubik-Centimeter Nessler'sches Reagenz hinzusetzt, andererseits in ein zweites Glas von ganz gleicher Construction ebensoviel Nessler'sches Reagenz mit reinem Wasser vermischt und dann so viel von der titrirten Ammonlösung zufliessen lässt, bis die — durch Zusatz der nöthigen Menge destillirten Wassers ebenfalls auf 100 Cubik-Centimeter gebrachte — Mischung die gleiche Färbung zeigt, wie das zu untersuchende Wasser. Wird dies nicht sogleich erreicht, so muss die Gegenprobe wiederholt werden, bis die Farbennuancen genau übereinstimmen. So viel Cubik-Centimeter an Ammonlösung man für die Gegenprobe verwendet hat, so viel-

mal 0·01 Milligramm Ammon enthalten 100 Cubik-Centimeter des zu untersuchenden Wassers.

b) Mittelst der alkalimetrischen Lösung.

Für diese Bestimmung säuert man eine gewisse Menge, $^1/_2$ bis 1 Liter, Wasser mit einigen Tropfen Salzsäure an, um etwaiges freies Ammon im Wasser zu binden, verdampft bis zur Trockene, um die überschüssige Säure völlig zu vertreiben und destillirt den Rückstand mit alkoholischer Kalilauge, wodurch das Ammoniak in das Destillat übergeht. Das Destillat wird in 20 Cubik-Centimeter Zehntel-Normal-Säure aufgefangen, ein Theil der Säure wird durch das übergegangene Ammoniak neutralisirt und der nicht neutralisirte Theil der Säure mit Zehntel-Normal-Alkalilösung zurücktitrirt. Jeder Cubik-Centimeter der Zehntel-Säure, den man beim Titriren weniger braucht als 20 Cubik-Centimeter, zeigt 1·7 Milligramm Ammoniak an.

c) Durch Titriren mit Schwefelleber-Lösung nach Fleck.

Diese Methode empfiehlt sich nur für Geübtere. Man versetzt 0·2 Liter Wasser mit wenig (0·5 Cubik-Centimeter) schwefelsaurer Magnesialösung (hiedurch wird das später durch das Nessler'sche Reagenz zu fällende Präcipitat gut filtrirbar) und fügt dann 4 Cubik-Centimeter des Nessler'schen Reagenz zu, wodurch alles Ammon in Verbindung mit Quecksilbersalzen niedergeschlagen wird, schüttelt und lässt absitzen. Der Niederschlag wird filtrirt, mit kaltem Wasser gewaschen, bis das Ablaufende nicht mehr alkalisch reagirt, in unterschwefligsaurem Natron gelöst und wird das nun in der Lösung befindliche Quecksilber, von dem je vier Aequivalente einem Aequivalent Ammoniak entsprechen, mit Schwefelleber-Lösung in der unten angegebenen Weise titrirt. Je 400 durch die Titrirung gefundene Quecksilber zeigen demnach 17 Ammoniak an.

Die Schwefelleber bereitet man, indem man 10 Gramm kohlensaures Natronkali mit 4 Gramm Schwefel in einem Porzellantiegel bis zum ruhigen Fliessen schmilzt und die erkaltete Masse nach Zusatz von 10 Gramm Natronhydrat im Wasser zu 1 Liter auflöst. In einer gut verschlossenen Flasche hält sich die Lösung wochenlang unverändert.

Zur Bestimmung des Wirkungswerthes dieser Schwefelleber wird dieselbe auf eine Quecksilberchlorid-Lösung von bekanntem Gehalte titrirt. Letztere bereitet man durch Auflösen von 1·0 Gramm Sublimat, entsprechend 0·73 Gramm Quecksilber, in 100 Cubik-Centimeter Wasser. Man versetzt 10 Cubik-Centimeter derselben mit kohlensaurem Ammon, löst den entstandenen weissen Niederschlag in unterschwefligsaurer Natronlösung auf und fügt aus einer Bürette so lange von der Schwefelleber-Lösung zu, bis die Flüssigkeit sich unter Abscheidung eines schwarzen Niederschlages von Schwefelquecksilber, der im Anfange der Reaction flockig, dann körnig

erscheint, zu klären beginnt und bis einzelne Tropfen auf Streifen des trockenen, mit Bleizucker-Lösung getränkten Papiers schwache braune Ringe erzeugen.

Sollte die Schwefelleber-Lösung zu concentrirt sein, so verdünnt man sie. Der Titer ist entsprechend, wenn 100 Cubik-Centimeter etwa 0·5 Gramm Quecksilber ausfällen.

Nachweis der organischen Substanzen.

Für alle organischen Verbindungen, mag ihre Natur welche immer sein, ist es charakteristisch, dass sie durch Hitze verflüchtigt werden, dass sie sich bald mehr, bald weniger leicht oxydiren lassen und dass, wenn hiebei genügend Substanzen vorhanden sind, die ihren Sauerstoff leicht abgeben, der Kohlenstoff zu Kohlensäure, der Wasserstoff zu Wasser verbrannt und der etwaige Stickstoff entweder als solcher oder in Form von Ammoniak abgeschieden wird.

Auf diesen Eigenschaften beruhen auch die Methoden ihrer Bestimmung im Wasser.

Um organische Substanzen daselbst nachzuweisen, kann man einen der nachstehenden Untersuchungswege einschlagen.

a) Man dampft etwa 100 Cubik-Centimeter Wasser unter Abhaltung von Staub ein und glüht den Rückstand. Er schwärzt sich, wenn er organische Substanzen enthält. Die Intensität der Schwärzung ist im Allgemeinen proportional der Menge an organischen Substanzen.

Entwickelt sich beim Glühen ein Geruch nach verbranntem Horn, so deutet das auf Stickstoffgehalt der organischen Substanzen.

Zu bemerken ist, dass manche flüchtigen organischen Substanzen beim Erhitzen keine Schwärzung erzeugen und sich deshalb bei dieser Prüfung der Beobachtung entziehen können.

b) Man kocht das Wasser mit Substanzen, die leicht Sauerstoff abgeben. Es eignen sich hiezu insbesondere Goldchlorid, ammoniakalische Silber- und Chamäleonlösung.

Durch diese Substanzen werden die organischen Stoffe oxydirt; es erleidet aber auch der zu ihrer Oxydation verwendete Körper bei diesen Vorgängen eine Veränderung, welche durch Hervortreten sinnfälliger Eigenschaften charakterisirt ist. So werden lösliche Silberverbindungen, wenn sie mit organischen Substanzen gekocht werden, vom frei ausgeschiedenen Metall schwarz, Goldverbindungen anfangs violett, dann auch schwarz, die tief purpurrothe Lösung von übermangansaurem Kali (Chamäleon) wird aber, wenn genügende Mengen von organischen Substanzen vorhanden sind, ganz entfärbt, indem sich niedrigere Oxydationsstufen des Mangans bilden.

Da die gleichen Reactionen auch durch Eisenoxydulsalze, durch salpetrige Säure und Schwefelwasserstoff hervorgerufen werden, so haben diese Proben betreffs des Vorhandenseins organischer Sub-

stanzen im Wasser erst dann Beweiskraft, wenn die Anwesenheit der genannten Verbindungen ausgeschlossen ist.

Die obigen Reaetionen geben über die Natur der organisehen Substanz keinen Aufschluss. Doeh kann man mit Hilfe einiger noch weiter vorzunehmender Reaetionen einzelne Charaktere derselben näher bestimmen, was unter Umständen von Wiehtigkeit sein kann.

Soll entschieden werden, ob die organisehen Substanzen stickstoffhaltig sind, so kann man eine grössere Portion von Wasser unter Zusatz von Salzsäure abdampfen und den Trockenrückstand mit Kali koehen. Entwiekeln sich hierbei ammoniakalische Dämpfe, so deutet das auf Stickstoffgehalt der organisehen Substanz. An stickstoffhaltigen Verbindungen reiche Wässer charakterisiren sich auch dadureh, dass sie beim ruhigen Stehen in der Wärme bald faulen und dass sieh in ihnen Infusorien und Pilze entwickeln.

Hat man Anlass, auf flüchtige fette Säuren zu untersuehen, so säuert man das Wasser mit Sehwefelsäure an, destillirt es, fängt die sich hierbei verflüehtigenden Fettsäuren dureh Barytwasser in der Vorlage auf, dampft das Destillat ein, zersetzt den hierbei bleibenden Rückstand durch Sehwefelsäure, wobei sich der charakteristische Geruch naeh Fettsäuren entwiekelt.

Quellsäure und Quellsalzsäure wird dadureh nachgewiesen, dass man den dureh Eindampfen erhaltenen Rückstand einer grösseren Menge von Wasser eine Stunde lang mit Kali oder Natronlauge behandelt, filtrirt, mit Essigsäure ansäuert, Ammon im Ueberschuss zufügt, von dem hierbei sieh bildenden Niedersehlag (Thonerde, Kieselerde) abfiltrirt, 12 Stunden lang stehen lässt, wieder Essigsäure bis zur sauren Reaetion und dann eine Lösung von neutralem essigsaurem Kupferoxyd hinzugibt. Entsteht ein bräunlicher Niedersehlag, so ist derselbe quellsalzsaures Kupferoxyd. Die von dem Niedersehlag abfiltrirte Flüssigkeit versetzt man mit kohlensaurem Ammon, bis die grüne Farbe sieh in eine blaue verwandelt hat und erwärmt. Entsteht ein bläulich grüner Niedersehlag, so ist er quellsaures Kupferoxyd.

Bestimmung der Gesammtmenge der organischen Substanzen.

Eine genaue Bestimmung der Gesammtmenge der organisehen Substanzen ist bis jetzt ein ungelöstes Problem.

Man möchte glauben, dass, wenn man den zum Zweeke der Bestimmung der Gesammtmenge fester Bestandtheile gewonnenen Trockenrückstand (siehe S. 61) bis zum eonstanten Gewicht glüht und dadurch die organischen Substanzen verbrennt, der so entstandene Glühverlust als Ausdruck der in dem Wasser enthaltenen Menge organischer Substanzen angesehen werden könnte. Es ist das jedoch selbst dann nicht der Fall, wenn man den beim Glühen zum Theil ätzend gewordenen Kalk durch kohlensaures Ammon wieder in kohlensauren Kalk überführt und demnach diesen Fehler vermeidet. Die Resultate, welche auf die Grösse des Glühverlustes

sich beziehen, bleiben immer ungenau, und zwar deshalb, weil man über den Zustand, in welchem sich die Magnesia in dem Trockenrückstand und wieder in dem Glührückstand befindet, nie völlige Sicherheit hat, indem die Kieselsäure bald mehr, bald weniger Kohlensäure austreibt, welche beim Behandeln mit kohlensaurem Ammon nicht wieder aufgenommen wird.

Auch die bisher in Vorschlag gebrachten Methoden, nach welchen in ähnlicher Weise wie bei der Elementar-Analyse der Kohlenstoff, eventuell auch der Stickstoff der organischen Substanzen bestimmt und als Ausdruck für die Menge der organischen Substanz betrachtet werden soll, konnten sich in der hygienischen Praxis keinen Eingang verschaffen, weil sie zum Theil ungenau sind, zum Theil complicirte chemische Apparate verlangen.

Man begnügt sich daher fast allgemein damit, festzustellen, wieviel übermangansaures Kali durch die im Wasser gelösten organischen Substanzen reducirt wird und somit, welche Sauerstoffmengen erforderlich sind, um die organischen Bestandtheile des Wassers zu oxydiren.

Wären die organischen Substanzen in Trinkwässern immer gleich zusammengesetzte und durch Sauerstoff stets in dieselben Verbindungen zerfallende Atomencomplexe, so liesse sich aus der bis zur vollendeten Oxydation derselben verbrauchten Menge einer bestimmten Chamäleonlösung ein genauer Schluss auf die vorhandenen Mengen organischer Verbindungen ziehen. Dies ist aber nach dem schon hierüber Angeführten keineswegs der Fall. Die organischen Substanzen im Wasser sind bis jetzt noch mehr oder weniger unbekannt, ebenso die Art ihres Zerfalles durch Sauerstoff; man ist daher gezwungen, diese unbekannte Grösse mittelst einer bekannten zu messen, und diese bekannte Grösse ist die Oxalsäure. Man weiss genau, dass 315 Theile krystallisirter Oxalsäure durch 158·1 Theile übermangansaures Kali zu Kohlensäure oxydirt werden, dass also 315 Theile Oxalsäure eine Lösung, in der 158·1 Theile übermangansaures Kali enthalten sind, vollständig entfärben können.

Macht man, um eine Berechnung zu ermöglichen, die Annahme, dass alle organischen Substanzen im Wasser in Form von Kleesäure gelöst vorkommen, so findet man durch eine Chamäleonlösung von bestimmtem Gehalte die Menge dieser organischen Substanzen als Oxalsäure ausgedrückt.

Als Vergleichsflüssigkeit wird für diese Bestimmungen gewöhnlich Hundertstel-Normal-Oxalsäurelösung gewählt. Um sie herzustellen, werden genau 63 Gramm reiner trockener, nicht verwitterter Oxalsäure in einem Liter Wasser aufgelöst, wodurch man eine Normal-Oxalsäurelösung erhält, die man aufbewahren kann und benützt, um durch Verdünnen von 10 Cubik-Centimeter derselben mit destillirtem Wasser auf einen Liter die Hundertstel-Lösung jedesmal ex tempore darzustellen. Die Normal-Oxalsäurelösung ist nämlich haltbar, die Hundertstel-Normal-Oxalsäurelösung verdirbt dagegen in kurzer Zeit.

Weiters bedarf man für diese Bestimmung einer Chamäleonlösung, die man nachfolgend bereitet: Krystalle von übermangansaurem Kali werden in so viel destillirtem Wasser gelöst, dass die erhaltene Lösung, in eine Bürette gefüllt, bei durchfallendem Lichte noch deutlich die Theilstriche derselben wahrnehmen lässt.

Nun ist der Wirkungswerth der so erhaltenen Chamäleonlösung zu bestimmen. Zu diesem Zwecke werden 100 Cubik-Centimeter destillirten Wassers in einen Kochkolben gebracht, hiezu aus einer bis zum Nullpunkte mit der bereiteten Chamäleonlösung gefüllten Bürette zunächst soviel zugesetzt, dass die Flüssigkeit deutlich roth ist, und einige Minuten gekocht. Der hierauf etwas abgekühlten Flüssigkeit werden genau 10 Cubik-Centimeter der Hundertstel-Normal-Kleesäure und eine geringe Menge, etwa 5 Cubik-Centimeter, concentrirter Schwefelsäure zugefügt, worauf vollständige Entfärbung eintritt. Nun wird unter anhaltendem Kochen aus derselben Bürette so lange vorsichtig Chamäleonlösung zugetröpfelt, bis die anfangs sich immer entfärbende Mischung einen bleibenden, eben wahrnehmbaren schwachrothen Farbenton angenommen hat. Ist dieser Moment eingetreten, so wird die Menge der verbrauchten Chamäleonlösung an den Theilstrichen der Bürette abgelesen und notirt, sie entspricht 10 Cubik-Centimetern der Hundertstel-Normal-Oxalsäurelösung.

Gesetzt, es wären 11·5 Cubik-Centimeter Chamäleonlösung nothwendig gewesen, um eine bleibende, eben wahrnehmbare Rothfärbung der Flüssigkeit herzustellen, so sind die in 11·5 Cubik-Centimeter gelösten Mengen von Uebermangansäure gerade ausreichend, um die in 10 Cubik-Centimeter Hundertstel-Normal-Kleesäure enthaltene Oxalsäure vollständig zu Kohlensäure zu oxydiren. Ueberdies bleibt das Chamäleon in einer solchen Spur in der Mischung unzersetzt, dass dieselbe dadurch eben noch roth erscheint.

Der Wirkungswerth Eines Cubik-Centimeters der Chamäleonlösung berechnet sich demzufolge leicht nach einer einfachen Gleichung: Da 6·3 Milligramm Oxalsäure durch 11·5 Cubik-Centimeter Chamäleonlösung oxydirt werden, so werden durch Einen Cubik-Centimeter Chamäleonlösung $\frac{6 \cdot 3}{11 \cdot 5} = 0 \cdot 5478$ Milligramm Oxalsäure oxydirt, oder: Der Wirkungswerth für je einen Cubik-Centimeter der verwendeten Chamäleonlösung wird durch 0·5478 Milligramm Oxalsäure dargestellt. Ist man gewillt, die Menge der organischen Substanzen nicht als Oxalsäure, sondern durch die Menge des zu ihrer Oxydation nöthigen Sauerstoffes auszudrücken, so hat man in der Rechnung statt je 63 Oxalsäure 8 Sauerstoff zu setzen, da je 8 Sauerstoff für die Oxydation von je 63 Oxalsäure vom Chamäleon hergegeben werden.

Die Bestimmung der organischen Substanzen mit den eben geschilderten Reagenzen wird verschiedenartig ausgeführt, und zwar:

a) in der Art, dass man 100 Cubik-Centimeter des zu untersuchenden Wassers mit 5 Cubik-Centimetern concentrirter Schwefel-

säure zum Kochen bringt und so viel Chamäleonlösung allmälig zuträufelt, bis die bleibend rothe Färbung eingetreten ist und genau jenen Ton zeigt, welcher bei Bestimmung des Wirkungswerthes der Chamäleonlösung als Endreaction angenommen wurde.

Multiplicirt man die Zahl der verbrauchten Cubik-Centimeter mit der Zahl, welche den Wirkungswerth jedes Cubik-Centimeters dieser Lösung bezeichnet, so erhält man den entsprechenden Ausdruck für die Menge der im Wasser vorhandenen organischen Substanzen.

b) Häufig zieht man es vor, die Uebermangansäure anfangs in alkalischer Lösung, und zwar bei Anwesenheit von reinem Alkali oder Aetzkalk auf die organischen Substanzen einwirken zu lassen. Man versetzt eine gewisse Menge des Wassers mit etwas Kalkmilch oder reinem Aetzkali in Lösung, sodann mit der titrirten Chamäleonflüssigkeit im Ueberschuss (20 bis 30 Cubik-Centimeter), kocht eine bestimmte Zeit, übersättigt dann das Gemisch mit Schwefelsäure und bestimmt die Uebermangansäure durch Titriren mit Oxalsäure. Diese Methode hat den wichtigen Vorzug, dass die Uebermangansäure in alkalischer Lösung viel beständiger ist, auch bei starkem Ueberschuss und beim Kochen keinen gasförmigen Sauerstoff entweichen lässt, diesen vielmehr nur an oxydirbare Substanzen abgibt.

c) Man führt diese Methode auch in der Art aus, dass man zu 100 Cubik-Centimetern Wasser zuerst 5 Cubik-Centimeter concentrirte Schwefelsäure, dann eine genau gemessene grössere Menge von Chamäleon-Lösung, wie sie voraussichtlich zur Oxydation der organischen Substanzen nöthig sein dürfte, also einen Ueberschuss, zusetzt, kocht und den unzersetzten Theil des Chamäleons durch Titriren mit Oxalsäure bestimmt. Was hierbei an Oxalsäure weniger gebraucht wird, als der dem Wasser zugesetzten Menge von Chamäleon titermässig entspricht, ist der Ausdruck für die im Wasser befindlichen organischen Substanzen und lässt sich, wie oben erörtert wurde, durch einfache Rechnung auf Oxalsäure beziehen und dann in bestimmten Zahlen darstellen.

Mikroskopische Untersuchung des Wassers.

Durch die mikroskopische Untersuchung des Wassers kann die Ursache einer mit freiem Auge beobachteten Trübung gefunden und es können weiters solche Wassersuspensa, die für das freie Auge nicht wahrnehmbar sind und sich demnach der Beobachtung entziehen könnten, festgestellt werden. Wenn durch die chemische Prüfung die Anwesenheit von organischen Substanzen constatirt wurde, so bietet die mikroskopische Untersuchung für den Fall, als diese organischen Substanzen suspendirte Körper sind, die werthvollsten Aufschlüsse bezüglich deren Natur. Sie sichert und vervollständigt so die Resultate der chemischen und physikalischen Wasseruntersuchung und sollte deshalb, namentlich wenn es sich um trübe Wässer handelt, niemals unterlassen werden.

Das trübe Wasser kann sich bei längerem ruhigen Stehen klären oder es bleibt auch hierbei trüb. In letzterem Falle ist

der Verdacht gerechtfertigt, dass die Trübung durch lebende Organismen bedingt wird.

Bei Wässern, welche ihre trübenden Partikelchen absetzen, untersucht man den Bodensatz, welchen man durch Abgiessen von der überstehenden Flüssigkeit trennt. Den Bodensatz durch Filtration abzuscheiden, ist nicht anzurathen, weil feine Suspensa durch das Filter hindurchgehen.

Aus Wässern, die eine bleibende Trübung zeigen oder nur einzelne, sparsam im Wasser vertheilte Körperchen aufweisen, lassen sich die Suspensa mitunter auf die Art sammeln, dass man sie durch einen künstlichen Kalk- oder Barytniederschlag ausfällt und in diesem untersucht. Auch kann man einzelne suspendirte Theilchen, Flocken u. s. w. aus dem Wasser dadurch herausfischen, dass man eine am oberen Ende mit dem Finger verschlossene Glasröhre in das Wasser eintaucht, und sobald das untere Ende der Glasröhre oberhalb und in der unmittelbaren Nähe des zu erlangenden Flöckchens ist, lüftet, wodurch mit dem in die Röhre einströmenden Wasser das gewünschte Theilchen mitgerissen wird. Das obere Ende der Röhre wird nun wieder verschlossen und die das Flöckchen enthaltende Flüssigkeitssäule in der Röhre aus dem Wasser herausgezogen und der Untersuchung zugeführt.

Für die Untersuchung selbst soll ein gutes Mikroskop, das verschiedene und darunter auch starke Vergrösserungen gestattet, zur Verfügung stehen, da gewisse Organismen so ausserordentlich klein sind, dass sie fast an der Grenze des mikroskopischen Sehens stehen.

Die hauptsächlichsten mikroskopischen Befunde sind:

1. Sand, durch feine Kanten und Ecken charakterisirt. Säuren und Alkalien sind auf Sand ohne Wirkung.

2. Thon und Mergel. Amorphe, mehr oder weniger abgerundete, oft gelblich gefärbte Körperchen, gegen Reagentien resistent.

3. Kreide. Bald runde, bald eckige Partikelchen, die durch Säuren sofort gelöst werden. Bei Zusatz von Schwefelsäure entstehen nachher sternförmig angeordnete Nadeln von Gyps.

4. Pflanzenfragmente, und zwar Reste von Pflanzenzellen, Pflanzenhaaren, Pflanzenspiralen, Linnenfasern, Baumwollfasern, Stücke von Stengeln, Blättern, Holz, Stroh u. s. w. (Fig. 21, siehe nächste Seite.)

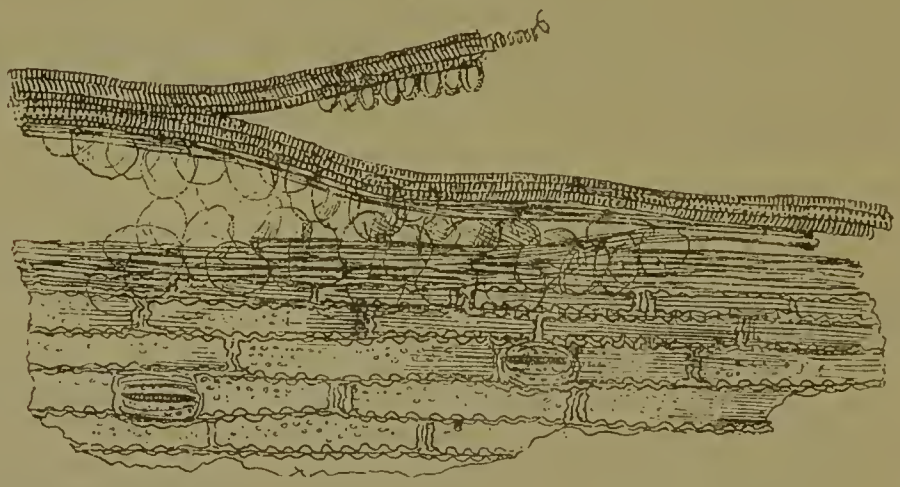
Von den pflanzlichen Stoffen findet man häufig Holzzellen, die von den hölzernen Brunnenröhren abzuleiten sind. Es sind diese Zellen meist nur in Bruchstücken vorhanden, jedoch selbst als solche leicht durch die charakteristischen Tüpfel zu erkennen. Die letzteren werden jedoch in ihren Umrissen noch mehr verwischt, wenn die Holzzellen in einer sehr feinkörnigen, schmutzig gelb gefärbten Masse untergehen.

Im innigen Zusammenhange mit diesen abgestossenen Holzpartikelchen stehen häufig braungegliederte Fäden von ziemlich gleichmässiger Dicke und hie und da auftretenden Abzweigungen.

Den Zusammenhang der Fäden mit dem Holze erkennt man erst, wenn man, von einem glücklichen Zufall begünstigt, eine grössere abgeschilferte Holzpartie prüft oder sich geradewegs Durchschnitte von grauverfärbtem Holz einer alten Brunnenröhre anfertigt. Diese braunen Fäden sind eben nichts Anderes als Thallusfäden (Hyphen) eines Schmarotzerpilzes, der das Holz an manchen Orten durchsetzt. Nebst den braunen Thallusfäden kommen auch braune Keimkörner (Sporen) vor, die von rundlicher Gestalt und in Gruppen von 4 bis 8 zusammengeballt sind.

5. Pflanzenorganismen. Verhältnissmässig seltene Befunde im Trinkwasser sind Bacterien und Vibrionen. Meist finden sie sich nur in faulenden Abwässern in reicher Menge. Dagegen beherbergt das Wasser sehr häufig Algen. Das Wasser ist ja die Heimat und das Lebenselement der Algen.

Fig. 21.



Algen besitzen nicht mehr wie die übrigen Pflanzen ein deutliches centrales Axensystem, Stengel oder Stamm, Wurzel und Blätter, sondern sie erscheinen dem Auge wie fleischige, haut-, gallert-, schleim-, lederartige Massen.

Man unterscheidet mehrere Algenfamilien. Die höchststehenden Familien unter den Algen, zu denen die Seetange gehören, zeigen noch die Formen höherer Pflanzen und zeichnen sich auch durch ihre üppige Gestaltenfülle aus. Während die Tange fast ohne Ausnahme im Salzwasser leben, finden die übrigen Algen, die Oscillariaceen und Diatomaceen zumeist in Flüssen und Brunnenwässern ihre Heimat. Bald schwimmen sie frei als schleimige Flockenmassen im Wasser umher, bald überziehen sie seine Oberfläche als sogenannte Wasserblüthe, während andere sich am Grunde des Wassers oder an beliebigen Gegenständen festsetzen, sie entweder als grüne Schicht bedeckend, oder von ihnen aus ihre fluthenden Büschel entsendend. Die Algen erscheinen in allen Farben, grün, gelb, braunroth und auch mit einem Stich in's Blaue. Bald sind es längere Fäden, aus cylindrischen oder aus kugeligen Zellen

aneinander gereiht, im letzteren Falle Rosenkränzen vergleichbar, oder es sind Zellflächen oder aber schliesslich nur einzellige Organismen, deren Zellen jedoch die wunderbarste Structur, die vielseitigste Gestaltung besitzen.

Mikroskopisch kleine Algen finden sich in der Familie der Oscillariaceen, welche fadenförmig und mit einer eigenen Bewegung begabt ist. Von den Oscillariaceen bewohnt die Gattung Beggiatoa viele Thermen und Schwefelwässer. (Fig. 22: *a* Beggiatoa alba, *b* Beggiatoa nivea). Die Gattung Anabaena hat kugelige oder elliptische Glieder und goldgelbe oder braungelbe Sporen. Anabaene circinalis (Fig. 23) findet man in stehenden Wässern.

Diatomaceen (Fig. 24) sind einzellige Algen. Ihnen fehlt das Chlorophyll, dagegen tritt in ihnen ein gelblicher oder bräunlicher Farbstoff auf, der grün wird, wenn sie absterben. Sie schwimmen entweder frei im Wasser oder sind an einer Unterlage angewachsen oder in Schleim eingebettet. Die Zellen sind zweiklappig und symmetrisch gestaltet; die Klappen durch eine in Salpetersäure lösliche Zellsubstanz zusammengeleimt. Die Membran (Cytioderm) der Diatomaceen besteht nicht aus Cellulose, wie bei anderen Algen,

Fig. 22.

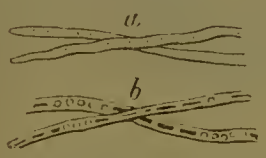
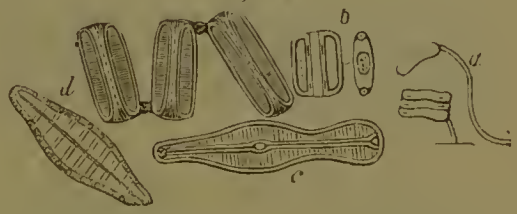


Fig. 23.

Fig. 24.



sondern aus Kieselerde, die weder durch Fäulniss, noch durch Glühhitze zerstörbar ist. Die Gestalt dieser Kieselpanzer ist sehr verschieden, rund, scheibenförmig, kugelförmig, prismatisch, nachenförmig, keilförmig, oft mit symmetrisch geordneten Erhebungen, wodurch der Panzer mit mannigfachen Verdickungen geziert erscheint. Einzelnen Familien dieser Algen, wie den Naviculaceen und Synedreen ist eine scheinbar freiwillige Bewegung eigen. Unter dem Mikroskop betrachtet, schwimmen sie wie Schiffchen vorwärts, plötzlich stehen sie still, um nach einiger Zeit wieder rückwärts zu steuern. Die Diatomaceen sind aller Orten auf der Erde verbreitet, und ihre abgestorbenen Vorfahren bilden an vielen Stellen mächtige Lager und Kreidefelsen. Es ist dies der Fall in der Lüneburger Haide, in Oberschlesien, auf Rügen, und auch Berlin steht theilweise auf mächtigen Diatomaceenlagern. (Fig. 24: *a* Achnantes oxilis, *b* Diatomella, *c* Gomphonema, *d* Diatoma vulgare.)

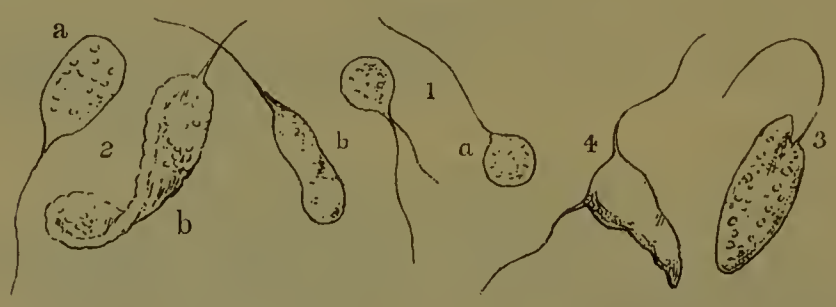
6. Detritus vom thierischen Gewebe: Fragmente von thierischen Haaren, Vogelfedern, Schmetterlingsschüppchen u. s. w.

7. Thierische Organismen. Von den im Wasser vorkommenden thierischen Organismen sind die wichtigsten und am häufigsten vorkommenden folgende:

A. Infusorien. Im Allgemeinen kann man nach Ehrenberg die Infusorien als Thiere bezeichnen, deren Bau nur mit Hilfe des Mikroskopes sich erkennen lässt und die sich von allen anderen derartigen Organismen, durch die Art der Nahrungsaufnahme unterscheiden, indem die fein zertheilte Speise, die sie fressen, in mehrere oder viele, scheinbar völlig abgeschlossene Höhlungen oder Mägen gelangt. Die in Trinkwässern am häufigsten gefundenen Infusorien-Familien sind:

a) Monaden. Aus der Familie der Monaden kommen grössere und kleinere Formen vor. Der Körper der Monaden ist nackt, kann seine Form nicht willkürlich verändern. Mittelst eines guten Mikroskopes lässt sich ein langes, peitschenähnliches Haar, von dem unbewimperten Körper ausgehend, beobachten. (Fig. 25: 1*a* Monas lens, 1*b* Monas attenuata, 2*a* Cyclidium abscissum, 2*b* Cyclidium distortum, 3 Chilomonas granulosa, 4 Amphimonas dispar.)

Fig. 25.



b) Euglenien (Aenderlinge). Es sind panzerlose Einzelthiere, deren Körper der mannigfaltigsten Zusammenschnürungen fähig ist. In stehenden Gewässern kommt sehr häufig zugleich mit grünen Algen Euglena viridis (Fig. 26) vor. Dieses Thierchen ist durch einen rothen Augenpunkt, einen fadenförmigen Rüssel und einen spindelförmigen, hinten zugespitzten Körper charakterisirt.

Fig. 26.

Fig. 27.

c) Amoeben (Wechselthierchen). Sie charakterisiren sich durch die Fähigkeit ihres Körpers, an beliebigen Stellen fussartige Fortsätze hervortreten zu lassen, so dass ihr mit hellen Kugeln durchsetztes contractiles Körper-Parenchym sich bald vorwärts streckt, bald rückwärts zieht (Fig. 27).

d) Vorticellen (Glockenthierchen) findet man beinahe stets, wo überhaupt Infusorien im Sedimente sich vorfinden. Sie haben einen glockenförmigen, contractilen, auf einem Stiel sitzenden panzerlosen Körper,

dessen Cilienkranz bald hervorgestürzt, bald eingezogen ist. (Fig. 28: 1. Vorticella microstoma, 2. Carchesium polypinum, 3. Epistylis crascicolis, 4. Opercularia articula, 5. Zoothamnium arbuscula.)

Fig. 28.

e) Parameecien (Pantoffelthierchen). Sie haben bald einen kugel- oder eiförmigen, bald einen schwammförmigen Körper. Auch sie sind panzerlos, jedoch bewimpert und zeigen eine Mund- und eine Afteröffnung. (Fig. 29: 1. Chelodon cucullulus, 2. Nassula

Fig. 29.

elegans, 3. Prorodon teres, 4. Glaucoma scintillans, 5. Colpoda cucullus, 6. Paramecium aurelia, 7. Panophrys erysalis, 8. Holophrya ovum, 9. Thrachelocera olor, 10. Laerymaria proteus.)

f) Oxytrichineen oder Heehelthierchen. Ausser den Wimpern dienen diesen Thierchen noch stärkere, wimperartige Gebilde, näm-

lich borstenähnliche, nicht vibrirende Cilien als Bewegungsorgane. Oxytricha gibba und Euplotus, die zu ihrer Familie gehören, sind sehr häufige Befunde. (Fig. 30: 1. Himantophorus charon, von vorne (*a*) und von der Seite (*b*) gesehen; Fig. 31: 1. Oxytricha gibba, 2. Urostyla grandis, 3. Kerona polyporum, 4. Stylonychia hystrio.)

Fig. 30.

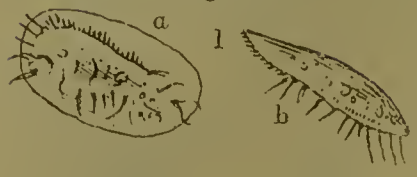


Fig. 31.

g) Colepinen (Büchsenthierchen). Sie haben einen tonnenförmigen Körper, der durch Quer- und Längsstreifen in viereckige Felder getheilt ist (Fig. 32).

Fig. 32.

B. Turbellarien oder Strudelwürmer. Alle in die Classe der Strudelwürmer gehörigen Thiere leben im Wasser. Ihr Bau ist selbst bei den kleinsten Formen ein gegenüber jenem der Infusorien weit complicirterer. Ihre ganze Körperoberfläche ist dicht mit Flimmercilien besetzt, durch deren gemeinsame Thätigkeit sie sich fortbewegen. Ein ziemlich langer Rüssel, ein einfacher Nahrungsschlauch, granulirte Kugeln zu beiden Seiten des letzteren kenn-

Fig. 33.

zeichnen diese Thiere, von denen viele weit unter einem Millimeter Länge zurückbleiben.

Von den Strudelwürmern kommen bei mikroskopischen Wasseruntersuchungen am häufigsten vor (Fig. 33): 1. Derostomum, 2. Prostomum, 3. Mesostomum, 4. Planaria. Sie lieben meist seichtes Gewässer, auch Sümpfe und Teiche, wo sie sich zwischen und unter den Wasserpflanzen, auch unter Steinen aufhalten und von Räderthierchen, Infusorien und mikroskopischen Pflanzen leben.

Fig. 34.

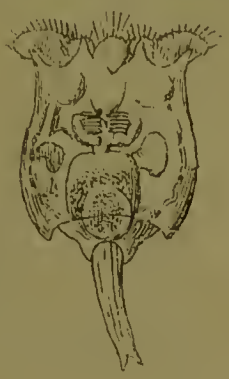


Fig. 35.

C. Aus der Classe der Räderthierchen findet man bei der mikroskopischen Untersuchung am häufigsten Brachionus amphiceros (Fig. 34) und Rotifer vulgaris (Fig. 35). Alle Räderthierchen sind durch ihre der Willkür unterworfenen Wimperkreise am Vorderende ihres Körpers scharf charakterisirt.

D. Aus der Classe der Krebse kommt Cyclops quadricornis häufig im Pfützenwasser vor. Dieser zu den Wasserflöhen gehörige kleine Krebs lässt sich schon mit dem unbewaffneten Auge als ein weisser Punkt wahrnehmen, der zickzackförmige, schnellende Bewegungen ausführt (Fig. 36).

Fig. 36.

E. Noch sei einiger mikroskopisch kleiner Wesen von thierischer Abstammung erwähnt, welche häufig im Wasser angetroffen werden, den obigen Thierclassen aber sich nicht einreihen lassen. Hierher gehört:

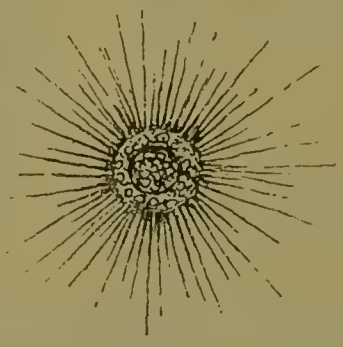
Anquillula, ein würmchenartiges, für das unbewaffnete Auge nicht mehr wahrnehmbares Thierchen, das sehr lebhafte, schlängelnde Bewegungen macht, jedoch nicht im Stande ist, zu schwimmen. Es stemmt sich mit seinem spitzen Hinterende an, wenn es sich fortbewegen will. Anquillula ist ein stetiger Befund in stehenden Gewässern mit schlammigem Bodensatz. Man

Fig. 37.

vermuthet, dass Anquillula eine Entwickelungsform von Eingeweidewürmern (Nematoden) sei. (Fig. 37: 1. Anquillula aquatica; 2. Anquillula aceti; 3. Anquillula fluviatilis.)

Actinophrys sol soll der ungestielte Azinetenzustand einer Vorticelle sein. An der Peripherie des scheibenartigen Körpers sitzen die langen, borstenähnlichen Haare in radialer Vertheilung

Fig. 38.



ohne Spur einer Bewegung; an der Peripherie des Körpers beobachtet man ein sich zeitweilig aufblähendes Bläschen, das, nachdem es prall gefüllt ist, plötzlich eingezogen wird, um sich allmälig wieder zu füllen (Fig. 38).

F. Bandwürmer und Embryonen mannigfacher Entozoen.

ZWEITER ABSCHNITT.

Luft.

Erstes Capitel.

Zusammensetzung der Luft.

Die atmosphärische Luft ist das Medium, in dem wir leben, das unseren Leib allüberall umgibt und in einzelne Körperhöhlen dringt; sie liefert uns ununterbrochen, den für unsere Existenz unentbehrlichen Sauerstoff; sie nimmt uns die gasförmigen Endproducte des Stoffwechsels und die durch letzteren erzeugte Wärme ab; mit ihr mischen und in ihr suspendiren sich all' die zahllosen flüchtigen und festen Substanzen, welche durch das menschliche, thierische und pflanzliche Leben, durch die fortwährenden Veränderungen in der Natur auf der Erdoberfläche gebildet werden, und in ihr finden auch viele jener Vorgänge statt, durch welche ihre, — aus welchen Ursachen immer, in Folge des Naturlebens — momentan geänderte Zusammensetzung stets gleichartig, und zwar so erhalten wird, wie es für das Gedeihen der Thier- und Pflanzenwelt nöthig ist. Die Beschaffenheit der Luft in chemischer und physikalischer Beziehung und die in ihr sich vollziehenden Vorgänge sind demnach für das Kranksein oder Gesundsein des Menschen sehr schwerwiegende Factoren.

Wo und wann immer atmosphärische Luft analysirt wurde, stets wurde in derselben Stickstoff, Sauerstoff, Wasserdampf und Kohlensäure gefunden.

Auch Ammoniak, Salpetersäure und salpetrige Säure wurden bei Luftuntersuchungen constant nachgewiesen.

Das gleichzeitige Vorkommen von Ammoniak mit Kohlensäure, Salpetersäure und salpetriger Säure in der Atmosphäre schliesst aus, dass das Ammoniak in der Luft in freiem Zustande vorhanden ist. Da die Verbindungen dieser Säuren mit Ammoniak im Wasser löslich

sind, so muss jeder Regenguss die Atmosphäre in gewissen Strecken von dem Ammoniak und der Salpetersäure befreien.

Der Stickstoff.

Die Hauptmasse der Luft bildet der Stickstoff. Das proportionale Verhältniss des Stickstoffes zum Sauerstoff von 79·1 : 20·9 Volumen ist überall ein sehr constantes. Auch die schlechteste Luft zeigt keine erheblichen Veränderungen hierin.

Man behauptet, dass der Stickstoff für die Athmung völlig indifferent sei und dass er hauptsächlich zur Verdünnung des Sauerstoffes diene. Letztere Annahme wird experimentell dadurch bestätigt, dass das Athmen, überhaupt der Aufenthalt in einer Atmosphäre reinen Sauerstoffes oder in einem Luftgemisch, das bedeutend reicher an Sauerstoff ist als die atmosphärische Luft, auf die Dauer ohne Nachtheil nicht vertragen wird, sondern Störungen des Kreislaufes und Lungenkrankheiten verursacht.

Ob noch andere Aufgaben dem atmosphärischen Stickstoff zufallen, ist bis jetzt nicht hinlänglich klargestellt. Einzelne Forscher*) haben dargethan, dass ein, freilich sehr geringer, Theil des Stickstoffes der als Nahrung eingenommenen Eiweisskörper durch den Stoffwechsel als gasförmiger Stickstoff in die Atmosphäre ausgeschieden werde. Ausserdem ist nachgewiesen, dass ein Theil des atmosphärischen Stickstoffes von den Pflanzen aufgenommen und zum Aufbau pflanzlicher Gewebe verwendet wird.

Sauerstoff.

Der beiweitem grösste Theil des Luft-Sauerstoffes, unter Umständen aller, ist gewöhnlicher Sauerstoff. In der Landluft lässt sich in der Regel ausserdem noch Ozon-Sauerstoff nachweisen.

Der Sauerstoff ist einer der wesentlichsten Factoren des animalischen Lebensprocesses; durch die Lunge muss er fortwährend eingeführt und mittelst der Blutkörperchen in alle Organe geleitet werden, um in einer Reihe von Verbrennungsprocessen die Bestandtheile des Thierkörpers zu verändern, daraus immer einfachere Verbindungen zu bilden, insbesondere den Kohlenstoff derselben in Kohlensäure, den Wasserstoff in Wasser umzuwandeln, den Stickstoff in Form von Harnstoff und Harnsäure, Ammoniak u. s. w. auszuscheiden, damit im Körper Wärme entstehe, Arbeit geleistet werde.

In 24 Stunden braucht der Mensch mehr als 500 Liter Sauerstoff zum Athmen allein; ausserdem aber entzieht er der Luft durch die vielfachen Verbrennungsprocesse, die er im häuslichen und gewerblichen Leben unterhält, und auf mannigfache andere Art fort-

*) Regnault und Reiset in Annales de chemie et phys. Tome XXVI, p. 399. — Nowak und Seegen in Pflüger's Archiv 1879, 347.

während Sauerstoff; 10 Centner Kohle bedürfen zu ihrem Verbrennen mehr als 1 Million Liter Sauerstoff, jedes Rosten eines Stückes Eisen kostet Sauerstoff.

Es drängt sich die Frage auf, wie es möglich ist, dass der Sauerstoffgehalt nicht abnimmt, dass die Luft in den Thränenkrügen, die vor mehr als 1800 Jahren in Pompeji verschüttet wurden und luftdicht verschlossen bis zu unserer Zeit erhalten blieben, nicht mehr davon als heute enthält?

Die Beantwortung dieser Frage hängt mit einer anderen auf's engste zusammen: wo nämlich die Kohlensäure hinkommt, die durch das Athmen der Thiere, durch die Verbrennungs-, Fäulniss- und Gährungsprocesse gebildet wird. Vermehrt sich etwa der Kohlensäuregehalt der Luft von Jahr zu Jahr durch die ungeheuren Massen von neu in die Atmosphäre tretender Kohlensäure? Keineswegs. Es muss demnach eine Ursache geben, welche die Anhäufung der Kohlensäure hindert und die Verminderung des Sauerstoffes verhütet. Diese Ursache liegt in dem Zusammenhange zwischen Thier- und Pflanzenleben. Die lebendige Pflanze nimmt die Kohlensäure der Atmosphäre auf, eignet sich daraus den Kohlenstoff an, verwerthet ihn zum Aufbau ihrer Organe und gibt den Sauerstoff der Kohlensäure der Atmosphäre wieder zurück, damit er von hier aus neuerdings in den Kreislauf der animalischen Natur gelange. Es sind die Blätter, die grünen Theile der Pflanze, welche unter dem Einflusse des Sonnenlichtes den aus der Zersetzung der Kohlensäure hervorgegangenen Sauerstoff aushauchen, und zwar senden sie für jedes Volumen Kohlensäure, das sie der Atmosphäre entnehmen, ein gleiches Volumen Sauerstoff zurück. So ist denn das Pflanzen- und Thierleben auf eine wunderbare Weise auf's engste aneinander geknüpft. Die grüne Pflanze liefert nicht allein dem thierischen Organismus in ihrer Frucht zahlreiche Mittel zur Ernährung, sie entfernt nicht nur aus der Atmosphäre die schädlichen Stoffe, die seine Existenz gefährden, sondern sie ist es auch allein, welche den höheren organischen Lebensprocess, die Respiration, mit der ihr unentbehrlichen Nahrung versieht; sie ist eine unversiegbare Quelle des reinsten und frischesten Sauerstoffes, sie ersetzt der Atmosphäre in jedem Moment, was diese verlor.

Die atmosphärische Luft ist in beständiger Bewegung sowohl in horizontaler, als in verticaler Richtung. Derselbe Ort ist abwechselnd umgeben von Luft, die von den Polen oder von dem Aequator kommt. Ein sehr schwacher Wind legt in einer Stunde sechs Meilen, und in weniger als acht Tagen die Strecke zurück, die uns von den Tropen oder von den Polen scheidet.

Und wenn im Winter in den kalten und gemässigten Zonen die Pflanzenwelt aufhört, den durch den Verbrennungs- und Athmungsprocess der Luft entzogenen Sauerstoff zu ersetzen, so sind es die Gegenden, in denen die Vegetation sich in vollster Thätigkeit befindet, welche uns den dort in Freiheit gesetzten Stickstoff zusenden. Derselbe Luftstrom, welcher, veranlasst durch die Er-

wärmung der Erde, sowie durch die ungleiche Umdrehungsgeschwindigkeit der verschiedenen Breitegrade, den bestimmten Weg von dem Aequator zu den Polen zurückgelegt hat, bringt uns, zu dem Aequator zurückkehrend, den dort erzeugten Sauerstoff und führt ihm die Kohlensäure unserer Winter zu.*)

Der Sauerstoff hat aber noch andere wichtige Aufgaben. Wir begegnen ihm in unzähligen Vorgängen des Lebens und des Sterbens; er ist die wesentlichste Ursache der fortwährenden Aenderungen im Haushalte der Natur, durch ihn wird der Stoff zerstört und wieder in neuen Formen aufgebaut; er ist eine der unerlässlichsten Bedingungen der Verwesung, durch welche ebenso der todte Menschen- und Thierkörper, als die Pflanzenleiche fort und fort verändert und endlich in die einfachsten Mineralbestandtheile übergeführt wird. Dadurch ist er der Verderber unserer animalischen, als auch vegetabilischen Nahrungsmittel; sein unbehinderter Zutritt macht unseren Wein sauer, vergährt unser Bier, er bringt Rost, Gährung und Moder, aber auch Leben und Verjüngung. Er ist der Vernichter der schädlichen Effluvien, der beste Zerstörer krankmachender Potenzen (Fäulnissstoffe, organischer Substanzen), mag es auch noch nicht dargelegt sein, ob dadurch, dass er dieselben direct angreift, oder dadurch, dass er jene stofflichen Grundlagen zerstört oder unwirksam macht, welche die Lebenssubstrate der erwähnten Schädlichkeiten bilden.

Bestimmung des Sauerstoffes.

Es ist für die Hygiene im Allgemeinen von untergeordnetem Werthe, die Zahlen zu kennen, bis zu welchen der Sauerstoff des atmosphärischen Luftgemisches sinken kann, ohne Gesundheitsstörungen zu bewirken, weil, wie oben erwähnt, die Natur für die fortwährend gleichartige percentuale Zusammensetzung der Luft Sorge trägt. Nur unter gewissen localen Verhältnissen stellt sich eine sehr erhebliche Sauerstoffverminderung der Luft ein: in Bergwerksstollen, in lange gesehlossenen Grüften und unventilirten Knochenmagazinen u. s. w. Regnault und Reiset haben gefunden, dass Thiere erst beschwerlich zu athmen anfingen, wenn die Luft weniger als 10% Sauerstoff enthielt, dass das Athmen bei 6·4% sehr beschwerlich wurde und bei 4·5% das Thier dem Erstickungstode nahe war.

Wo es von Interesse sein sollte, in einem Luftgemisch quantitativ den Sauerstoff zu bestimmen, empfiehlt sich wegen der relativen Einfachheit am meisten das von Liebig**) angegebene Verfahren, welches auf der Absorption des Sauerstoffes durch eine alkalische Lösung von Pyrogallussäure beruht.

Man bedarf hierzu:

1. eine Queeksilberwanne mit Glaswänden, wie sie für gasometrische Versuche gebräuchlich ist (Fig. 39);

*) Liebig, Die Chemie in ihrer Anwendg. auf Agricultur. Braunschweig 1875. p. 13.
**) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 77, p. 107.

2. eine Absorptionsröhre, d. i. eine genau calibrirte, in Zehntel-Cubik-Centimeter eingetheilte, oben zugeschmolzene, unten offene, etwa 80 Centimeter lange Messröhre mit einem Durchmesser von etwa 3 Centimeter. Sie muss vollkommen rein und trocken sein.

Falls die Untersuchung nicht an Ort und Stelle ausgeführt werden kann, so ist zum Aufbewahren der zu untersuchenden Luft eine luftdicht verschliessbare, am Halse etwas ausgezogene Flasche oder Röhre nöthig. Dieselbe wird mit Quecksilber gefüllt und dieses an dem betreffenden Orte, dessen Luft untersucht werden soll, wieder ausfliessen gelassen, worauf man luftdicht schliesst. Nachdem die Messröhre mit Quecksilber gefüllt und mit dem offenen Ende in die Quecksilberwanne (*a*, *b*) getaucht ist, wird das Sammelgefäss unter der Oeffnung der Messröhre geöffnet und in geneigter Stellung gehalten, bis die Luft in die letztere aufgestiegen ist.

Fig. 39.

Wird die Untersuchung innerhalb der zu untersuchenden Atmosphäre vorgenommen, so ist nur nöthig, ein gewisses Volumen Luft in der Messröhre unter Quecksilber abzuschliessen.

Das in der Messröhre vorhandene Gas wird zuerst durch eine an einem Platindraht befestigte Kalikugel (die man durch Ausfüllen einer gewöhnlichen eisernen Kugelgiessform mit geschmolzenem Aetzkali darstellt) durch hinreichend langes Verweilenlassen in dem vom Quecksilber abgeschlossenen Luftraume von Kohlensäure und Wasserdampf befreit und hierauf gemessen.

Zu diesem Zwecke wird die in der auf dem Gestelle (*d*) befestigten Rinne (*e*, *e*) schief liegende Messröhre vollkommen senkrecht gestellt (was man durch Visiren gegen einen senkrecht herabhängenden Faden oder gegen ein Fensterkreuz leicht erreicht), die Höhe der Quecksilbersäule vom Spiegel des Quecksilbers in der Wanne bis zur Kuppe im Absorptionsrohr, ferner die Anzahl der Cubik-Centimeter Luft, der Barometerstand und die Temperatur des umgebenden Mediums abgelesen und notirt und mit Hilfe dieser Daten das Volum der zu untersuchenden Luft auf dasjenige bei 0° C. und Normal-Luftdruck, d. i. bei 760 Millimeter Barometerstand, nach der unten folgenden Formel reducirt. Hierauf bringt man eine Kugel aus Papiermaché, mit einer frisch bereiteten Lösung von pyrogallussaurem Kali getränkt und an einem Platindraht befestigt, in die schief gelegte Röhre, bis die Kugel in den mit Luft gefüllten Raum eine Strecke weit hineinragt. Nun beginnt die Wirkung des pyrogallussauren Kali, durch welche der Sauerstoff, der

sich mit dem pyrogallussauren Kali verbindet, verschwindet. Um sicher zu sein, allen Sauerstoff entfernt zu haben, thut man gut, die Kugel zu entfernen und sie durch eine neue, gleichfalls mit pyrogallussaurem Kali getränkte zu ersetzen. Ist keine weitere Volumsabnahme des Gases zu bemerken, so ist der Versuch beendet. Man entfernt nun die Kugel, notirt nach einiger Zeit das restirende Gasvolum und reducirt es auf 0^0 und 760 Millimeter Quecksilberdruck durch Berechnung.

Die Differenz zwischen dem Volum vor und nach der Absorption durch pyrogallussaures Kali gibt direct die im untersuchten Luftvolum vorhandene Menge Sauerstoff.

Dasjenige Gas, welches nach der Absorption des Sauerstoffes zurückbleibt, ist Stickstoff.

Die Berechnung, wie viel das beobachtete Volum bei 0^0 und 760 Millimeter Barometerstand beträgt, beruht auf folgenden Principien.

1. Jedes Gas dehnt sich beim Steigen der Temperatur auf einen Grad Celsius um $^1/_{273}$ seines Volums aus. Steigt die Temperatur von 0^0 auf 10^0, so beträgt die Ausdehnung, also die Volumszunahme, $\frac{10}{273}$; steigt sie auf n Grad, $\frac{n}{273}$ des Volums bei 0^0. Es ist daher begreiflich, dass von einem Gasvolum, welches z. B. bei 15^0 C. beobachtet wurde, $\frac{15}{273}$ abgezogen werden müssen, um das der Temperatur 0^0 entsprechende Volum zu erhalten.

2. Das Volum eines Gases ist dem auf ihm lastenden Drucke umgekehrt proportional, d. h. je grösser der Druck, desto geringer das Volum und umgekehrt. Wird also ein Gasvolum bei 750 Millimeter Barometerstand abgelesen, so ist dessen Volum grösser als bei 760 Millimeter. Wird daher ein bei einem niederen Barometerstand abgelesenes Gasvolum auf den normalen Barometerstand reducirt, so wird es in dem verkehrten Verhältniss der beiden Barometerstände geringer.

3. Erhebt sich in einer Absorptionsröhre eine Quecksilbersäule über den Spiegel des Quecksilbers in der Wanne, so wirkt diese Säule dem Luftdruck entgegen. Ist daher der beobachtete Barometerstand z. B. 750 Millimeter, die Quecksilbersäule in der Absorptionsröhre aber vom Spiegel bis zur Kuppe 50 Millimeter, so steht das Gas in der Absorptionsröhre factisch nicht unter dem Drucke von 750 Millimeter Quecksilber (d. i. dem zur Zeit vorhandenen Luftdruck), sondern unter einem Drucke von 750 — 50 Millimeter Quecksilber. Wie ersichtlich, muss also die Höhe der Quecksilbersäule im Absorptionsrohre vom Barometerstand abgezogen werden, um den wahren Druck zu erfahren, unter dem sich das Gas befindet.

4. Werden die Gase feucht gemessen, so muss noch die Tension des Wasserdampfes bei der beobachteten Temperatur vom Barometerstand in Abzug gebracht werden, da diese Tension dem

Luftdruck gleichfalls entgegenwirkt. Die Tension des Wasserdampfes, ausgedrückt in Millimetern Quecksilber, für verschiedene Temperaturen ist aus der Seite 17 angeführten Tabelle ersichtlich.

Es geschieht demnach die Reduction des beobachteten Volums auf ein Volum bei Normaldruck und Normaltemperatur durch die Formel $= V_0 = \frac{V \,.\, 273 \,.\, (B - d - f)}{(273 + t) \,.\, 760}$, in der V_0 gleich ist dem Volum des Gases bei 0° C. und 760 Millimeter Quecksilberdruck; V dem abgelesenen Volum des Gases, B dem beobachteten Barometerstand, d der Höhe der Quecksilbersäule im Absorptionsrohr, f der Tension des Wasserdampfes bei der Temperatur t, und t die beobachtete Temperatur.

Es ist klar, dass d oder f oder beide wegbleiben, wenn in der Absorptionsröhre keine Quecksilbersäule oder das Gas troeken, oder wenn beides der Fall ist.

Ozon.

Dass Ozon in der Luft an gewissen Orten und zu gewissen Zeiten vorkommt, lässt sieh mit Bestimmtheit nachweisen. Denn zur Erkennung des Ozons haben wir verlässliche Mittel.

Dagegen sind alle Beobachtungen über die Menge, in welcher Ozon in der Atmosphäre auftritt, von geringem Werthe, weil die Methoden der quantitativen Bestimmung dieses Luftbestandtheiles nicht fehlerfrei sind.

Wir sind bis jetzt nicht im Stande, den Ozongehalt der Luft durch Zahlen bestimmt auszudrücken; unsere Hilfsmittel für die Ozonuntersuchung gestatten uns höehstens eine annähernde Schätzung der Menge des Ozons.

In dieser Weise sind wir zur Kenntniss gelangt, dass der Ozongehalt der freien Atmosphäre bei wechselnden Ort- und Zeitverhältnissen sehr bedeutend variirt. Die Luft der Wohnungen, der Höfe und Strassen enthält meist gar kein Ozon; in der Landluft lässt sich dagegen Ozon in der Regel nachweisen. Der Ozongehalt der freien Atmosphäre schwankt weiter im Laufe des Jahres regelmässig; er soll im November am geringsten, im Frühjahr am grössten sein.

Es ist eine nunmehr als sicher zu betraehtende Thatsache, dass bei jeder Verdunstung Ozon entsteht.*) Deshalb findet man mehr Ozon, wenn seewärts kommende Winde streichen. Auch die Stärke des Windes soll auf den Ozongehalt von Einfluss sein, und zwar soll die kräftigere Luftströmung das Ozon theils deswegen vermehren, weil bei rascherer Luftströmung die Verdunstung eine lebhaftere ist, theils deswegen, weil durch das starke Aneinanderreiben der Luftmolecüle elektrische Zustände, welche ebenfalls die Ozonbildung begünstigen, entstehen. Nach Gewittern,

*) v. Gorup-Besanez, Annalen der Chemie und Pharm., Februar- und März-Heft 1872. — Leuder: Deutsche Klinik 1872, Nr. 19.

bei welchen Luftreibung, Wasserverdampfung und elektrische Actionen zusammenwirken, um Ozon zu bilden, ist auch in der That der Ozongehalt ein bedeutender.

Ozon ist stofflich nichts Anderes als Sauerstoff, dessen Molecüle durch eine andere Atomengliederung gebildet sind, als beim gewöhnlichen Sauerstoff. Reines, unvermengtes Ozon ist bisher noch nicht dargestellt worden. Ozon zeigt ein stärkeres Oxydationsvermögen als der gewöhnliche Sauerstoff, ist dichter und hat einen eigenthümlichen Geruch. Es vermag Phosphor in phosphorige Säure, Arsen in arsenige Säure, Silber in Silbersuperoxyd, Ammoniak in Salpetersäure und Wasser, Weingeist in Aldehyd, Essig in Ameisensäure umzuwandeln. Es oxydirt den Farbstoff der Guajaktinctur, wodurch sie blau wird, zersetzt Jodkalium, wobei freies Jod, das Stärkekleister blau färbt, entsteht, führt Thalliumoxydul in braunes Oxyd über. Letztere drei Reactionen werden zur Ozonbestimmung benützt.

Sehr viele ätherische Oele und Kohlenwasserstoffe, ganz besonders aber das Terpentinöl, können unter dem Einflusse von Sonnenlicht den Sauerstoff der Luft in sich aufnehmen, ihn in Ozon verwandeln und auf andere Körper übertragen. Man nennt sie daher Ozonbildner. Im Lichte gestandenes Terpentinöl bläut aber nicht immer sofort Guajaktinctur, wohl aber, wenn man Blut, Platinmohr, Eisenvitriollösung zusetzt. Letztere Körper, welche demnach die rascbere Ozonisirung vermitteln, nennt man Ozonträger.

Die grosse chemische Intensität, mit der Ozon auf die verschiedensten Körper einwirkt, macht es zu einem starken Reizmittel. Versuche von Haecker*), Dewar und Anderen an Thieren und Menschen haben ergeben, dass sehr ozonreiche Luft einen starken und durch lange Zeit anhaltenden Schnupfen und Kehlkopf-Irritationen erzeugt. Bei Andauer der Einwirkung dieser ozonüberreichen Luft können selbst tödtlich ablaufende Entzündungen des Lungenparenchyms eintreten; auch entstehen durch eine solche ozonhaltige Luft bei Kaninchen Augenentzündungen. Die durch die Entzündung der Schleimhäute sich bildenden Absonderungen reagiren sauer. Fortdauernde Ozonwirkung verändert nach Huizinga**) den Blutfarbstoff, bringt die normalen Farbenstreifen des Blutspectrums zum Schwinden, und greift die Blutkörperchen an, welche zerreissen und zerfallen.

Mit Rücksicht auf diese experimentellen Thatsachen erscheint es unwahrscheinlich, dass das circulirende Blut den Sauerstoff als Ozon enthält, wie dies einzelne Forscher behaupten. Auch macht der Umstand, dass Ozon Chlorophyll-Lösungen zerstört und grüne Pflanzentheile bleicht, die früher angenommene Meinung zweifelhaft, dass die Pflanzen Ozon entwickeln.

*) Haecker A., Ueber den Einfluss ozonisirter Luft auf die Athmung warmblütiger Thiere. Riga 1863.

**) Huizinga im Centralblatt der med. Wissensch., Nr. 21, 1867.

Es scheint demnach, dass das Ozon keineswegs zu dem Zwecke da sei, um vom Menschen bei der Athmung aufgenommen und in den Körper gebracht zu werden; die grosse hygienische Bedeutung des Ozons liegt vielmehr in seinem intensiven Oxydationsvermögen, kraft dessen es die vielen oxydablen, die Atmosphäre verunreinigenden und verderbenden Substanzen umwandelt und auf diese Weise zur Reinigung und Verbesserung der Luft wesentlich beiträgt.

Thatsächlich hat Wolffhügel*) dargethan, dass der stickstoffhaltige Staub, welcher sich auf Wände, Decken und Möbel niederschlägt, das Ozon der von aussen einströmenden Luft in Anspruch nimmt und verbraucht und dass dieser Ozonzerfall um so rascher und vollständiger vor sich geht, je geringer der Luftwechsel und je grösser der Staubvorrath ist. Es erklärt sich daraus, warum die Luft unserer Wohnungen, selbst bei geöffneten Fenstern, im Allgemeinen nicht ozonhaltig ist, auch wenn wir auf dem Lande wohnen, wo ozonhaltige Luft in der Regel zu finden ist; denn in allen diesen Räumen sind Stoffe im Ueberfluss vorhanden, welche das Ozon verzehren. Man wollte wiederholt das Fehlen oder den Mangel an Ozon in der freien Atmosphäre mit den sogenannten zymotischen Krankheiten in Verbindung bringen. Es liegen aber keinerlei beweisende Thatsachen vor, die einen solchen Zusammenhang wahrscheinlich machen könnten.

Feinde der Ozonansammlung in der Luft sind also alle jene Processe, durch welche oxydable, ozonverbrauchende Substanzen entstehen: Fäulniss, Verwesung u. s. w.; dagegen wird die Ozonbildung durch Verdunstung, Luftströmung, elektrische Entladung befördert.

Die Natur sorgt durch die Winde und insbesondere durch die Gewitter für Ozonisirung der Luft. Der Mensch kann durch sorgfältiges Fernhalten aller Faulkörper, durch Reinlichkeit, durch Ventilation, durch häufiges Säubern seiner Wohnräume mittelst nasser Tücher, Fussbodenwaschen, Strassenbespritzung u. s. w. sehr viel dazu beitragen, dass die belebende Wirkung des Ozons zur Erfrischung der Luft diene. Selbst der Gebrauch des Parfüms hat insofern eine gewisse hygienische Berechtigung, als die meisten ätherischen Oele als Ozonträger betrachtet werden können.

Nachweis des Ozons.

Der Nachweis des Ozons geschieht am besten durch ein mit Jodkalium-Stärkekleister**) imprägnirtes Papier (10 Theile Stärke, 200 Theile Wasser und 1 Theil reines Jodkalium). An einem geeigneten Orte (nicht in der Nähe von Aborten, Düngerhaufen, Sümpfen) wird ein solches Ozonpapier, geschützt vor Regen und Sonnenschein, durch 24 Stunden der Luft ausgesetzt. Befeuchtet man es dann mit destillirtem Wasser, so erscheint es je nach der

*) Wolffhügel, Ueber den sanitären Werth des atmosphärischen Ozons. Zeitschrift für Biologie, 1875. p. 408.

**) Zeitschrift für Chemie 1869, p. 625.

Grösse des Ozongehaltes mehr oder weniger blau gefärbt. Um die Menge des jeweiligen Ozongehaltes der atmosphärischen Luft messen zu können, wird der angefeuchtete Papierstreifen mit der „Schönbein'schen Ozonscala" verglichen, auf welcher die verschiedenen blauen Farbentöne aufgetragen sind, welche durch Einwirkung grösserer oder geringerer Ozonmengen auf dem Ozonpapier hervorgebracht werden. Es sind zehn verschiedene Abstufungen, die mit den Zahlen 1 bis 10 bezeichnet sind. Bei 0 ist das Papier völlig weiss, bei 10 tiefblau, d. h. 0 entspricht einem gänzlichen Mangel an Ozon, 10 dem Maximum des Ozongehaltes in der Luft.

Man führt gegen dieses Verfahren an, dass die stärkere Blaufärbung nicht allein von einem relativ grösseren Ozongehalt, sondern auch dadurch bedingt sein könne, dass grössere Luftmengen (mit relativ kleinerem Ozongehalt) über das Papier hinwegstrichen. Man verlangt deshalb, um diesen Fehler zu eliminiren, die Luftmengen, welche dem Papier zuwehen, zu messen, und unter Berücksichtigung ihrer Grösse die Ozonreaction zu beurtheilen.

Weiter wird gegen die Anwendung des Jodkalium-Stärkekleister-Papiers als Reagenz auf Ozon eingewendet, dass die Reaction für Ozon nicht charakteristisch sei, sondern auch durch salpetrige Säure, freies Chlor oder Brom hervorgerufen werde. Man empfiehlt deshalb als Reagenz auf Ozon mit Thalliumoxydul getränktes Papier*), das bei Gegenwart von salpetriger Säure farblos bleibt, durch Ozon dagegen gebräunt wird, indem das Thalliumoxydul in braunes Oxyd übergeführt wird. Freies Chlor und Brom bräunen aber ebenfalls das Thalliumpapier.

Zur quantitativen Bestimmung des Ozons wird empfohlen, die Luft durch eine angesäuerte Lösung von reinem Jodkali streichen zu lassen und die Menge des freien Jodes, welche der Menge des Ozons aequivalent ist, durch unterschwefligsaures Natron zu titriren. Das Verfahren ist nur dann anwendbar, wenn die Luft frei von salpetrigsaurem Ammon ist.

Wassergehalt der Luft.

Der Wassergehalt der Luft ist sehr variabel. Je wärmer die Luft ist, umsomehr vermag sie Wasserdampf aufzunehmen, ohne denselben als Niederschlag abzusetzen. Es kann demnach eine einfache Abkühlung der Luft ohne weitere Hinzuführung von Wasserdampf näher zum Sättigungspunkte führen und sogar einen Niederschlag veranlassen, und es kann demnach eine Luft, welche die gleiche absolute Wasserdampfmenge enthält, feucht oder trocken sein. So z. B. finden wir, wenn wir den jährlichen Durchschnitt in's Auge nehmen, die absolute Wasserdampfmenge von Palermo namhaft grösser als diejenige von Prag, da der mittlere jährliche Dampfdruck der ersteren 12 Millimeter, der letzteren nur 6·8 Millimeter beträgt,

*) Schönbein in Zeitschrift für Biologie. III. 101.

während sich der relative Feuchtigkeitsgehalt für beide Orte gleich, nämlich für Palermo und Prag mit 74% herausstellt, demnach auch beide Orte, trotz der Verschiedenheit ihres absoluten Dampfgehaltes, als relativ gleich feucht zu bezeichnen sind.

Die Menge des Wasserdampfes, welchen die Luft aufzunehmen vermag, ist am meisten von der Temperatur abhängig. Jeder Temperatur entspricht ein bestimmtes Maximum an Feuchtigkeit, welches den Zustand der Sättigung bedingt. Nachstehende Tabelle gibt die Menge von Wasserdampf in Grammen an, die in einem Cubikmeter Luft von bestimmter Temperatur im Maximum enthalten sein können.

Grade nach Celsius	Maximalfeuchtigkeit in 1 Cubikmeter Luft	Grade nach Celsius	Maximalfeuchtigkeit in 1 Cubikmeter Luft	Grade nach Celsius	Maximalfeuchtigkeit in 1 Cubikmeter Luft
— 20°	1·57 Gr.	+ 2°	5·59 Gr.	+ 15°	12·81 Gr.
— 10°	2·30 „	+ 3°	5·98 „	+ 16°	13·59 „
— 9°	2·50 „	+ 4°	6·38 „	+ 17°	14·43 „
— 8°	2·70 „	+ 5°	6·81 „	+ 18°	15·14 „
— 7°	2·90 „	+ 6°	7·27 „	+ 19°	16·26 „
— 6°	3·12 „	+ 7°	7·77 „	+ 20°	17·53 „
5°	3·36 „	+ 8°	8·27 „	+ 30°	30·23 „
— 4°	3·60 „	+ 9°	8·82 „	+ 40°	51·20 „
— 3°	3·90 „	+ 10°	9·38 „	+ 50°	83·37 „
— 2°	4·20 „	+ 11°	9·99 „	+ 60°	131·15 „
— 1°	4·50 „	+ 12°	10·62 „	+ 70°	199·28 „
± 0°	4·89 „	+ 13°	11·31 „	+ 80°	295·83 „
+ 1°	5·23 „	+ 14°	12·04 „		

Um ein brauchbares Maass für die Hygrometrie zu gewinnen, bestimmen wir den Wassergehalt der Luft, indem wir die Abstufungen der versuchsweise ermittelten Luftfeuchtigkeit von der freilich nur ideell gedachten Dampfleere bis zur vollen, bei der entsprechenden Temperatur auftretenden Dampfsättigung (Saturation), d. i. der eintretenden Condensirung als Niederschlag nach Procenten ausdrücken.

Wir bestimmen also bei allen Luftuntersuchungen die relative Luftfeuchtigkeit, d. i. das Verhältniss der bei einer gewissen Temperatur vorhandenen Wasserdampfmenge zu der dabei im Maximum möglichen. Sie variirt in der Atmosphäre und in unseren gewöhnlichen Aufenthaltsorten von 40% bis zur vollständigen Sättigung.

Von diesem Gesichtspunkte aus würden Erivan mit 40% jährlicher relativer Feuchtigkeit zu den trockenen, Cairo mit 61% zu den wenig feuchten, Neapel mit 66%, Palermo mit 74%, Venedig und Madeira mit 77% zu den mittelfeuchten, Calcutta mit 87% und Zanzibar mit 94% zu den übermässig feuchten Klimaten zu zählen sein.

Der absolute Wassergehalt der Luft nimmt mit den höheren Luftschichten ab. Auf nicht sehr hohen Bergen hat man in der warmen Tages- und Jahreszeit die Luft relativ feuchter gefunden

als in der Tiefe, weil die aufsteigenden warmen Luftströme zu solchen Zeiten Wasserdämpfe mit sich reissen.

Wälder verhindern die rasche Verdunstung der atmosphärischen Niederschläge von der Bodenoberfläche und wirken so der Austrocknung derselben entgegen. Die Begriffe „feucht" und „regenreich", „trocken" und „regenarm" sind durchaus nicht identisch. Ein regenreiches Gebiet ist nicht nothwendig dampfreich, ein regenarmes nicht nothwendig dampfarm. Regenmangel zeigt nur an, dass die Bedingungen zur Condensation des in der Luft gelösten Wasserdampfes, also zur Bildung von Niederschlägen — nämlich die plötzliche Abkühlung warmer dampfreicher, oder die Mischung ungleich erwärmter Luftschichten — fehlen. So sind z. B. die Küsten von Peru, die vielen Inseln und Küsten in der tropischen Trockenzeit zwar regenlos aber keineswegs dampfarm, sondern dampfreich, während im Gegensatze hiezu Philadelphia eine beträchtliche Regenmenge nachweist, dessen Atmosphäre aber in Folge des Vorherrschens trockener Landwinde dennoch arm an Wassergehalt ist.

Bedeutung der Luftfeuchtigkeit.

Dampfreichthum der Atmosphäre schafft jene Fülle der Vegetation, jene reichhaltige Mannigfaltigkeit der tropischen Pflanzenwelt, jenes üppige Wachsthum und Gedeihen, jene Farbenpracht der Culturen, wie solche im Extrem sich zeigen in den Urwäldern Brasiliens, während Dampfarmuth den Weg, auf dem sie schreitet, durch Oede und Kahlheit bezeichnet, wie dies der Wüstengürtel Central-Afrikas und Arabiens trostlose Steppen kennzeichnen.*)

Wasserreichthum der Atmosphäre ist es, welcher die Temperatur-Verhältnisse des Erdballs limitirt, die Gegensätze extremer Wärme und extremer Kälte abstumpft und jene temperaturausgleichende Wirkung, wie sie uns im Prototyp als See- oder Inselklima erscheint, erzeugt. Ihm verdanken Madeira, St. Helena, die Inseln des Stillen Oceans, jene ewig gleiche Milde, welche die Phantasie des nordischen Kranken mit unnennbarer Sehnsucht nach diesen Ländern erfüllt — ihm verdanken die britannischen Inseln und Skandinaviens Gestade bis zum Nordcap die, im Vergleich mit anderen unter den gleichen Breiten gelegenen Ländern, ausnahmsweise hohe Temperatur ihrer Winter.

Dampfarmuth ist es hingegen, welche die Entwicklung excessiver Temperaturen begünstigt und die Entstehung der sogenannten excessiven oder continentalen Klimate veranlasst, wie uns dies z. B. die Mai-Temperatur von Massaua an der afrikanischen Küste des Rothen Meeres als eines der Wärmepole des Erdkreises mit + 37° 25 C. und die Januar-Temperatur von Jakutzk in Ostsibirien als eines der Kältepole mit — 40° C. deutlich veranschaulichen.

*) Vivenot, Ueber die Messung der Luftfeuchtigkeit zur richtigen Würdigung der Klimate. Wien 1864.

Die Wirkung des Feuchtigkeitsgehaltes auf den menschlichen Organismus ist eine sehr hervorragende. Sie ist vor Allem einflussreich auf das Wechselverhältniss zwischen Wasserabgabe und Wasseraufnahme und mittelbar dadurch auf die Körperwärme selbst. Je trockener die Luft ist, um so mehr vermag Wasserdunst aus dem Körper durch Haut und Lunge in die Atmosphäre überzugehen, je feuchter die Luft, um so schwieriger wird sich die Abgabe von Wasserdampf durch Haut und Lunge gestalten. Eine grössere Abgabe des Körperwassers durch Verdunstung befördert die Wärmeabgabe. So verlieren wir in 24 Stunden in kalter und trockener Luft 293.000 Wärme-Einheiten, in 30° warmer und trockener Luft 274.000 Wärme-Einheiten, also etwa 20.000 Wärme-Einheiten weniger; wir verlieren aber in 0° temperirter und ganz feuchter Luft 265.000 Wärme-Einheiten und in warmer (30°) und ganz feuchter nur 105.000 Wärme-Einheiten, also 160.000 Wärme-Einheiten weniger.*)

Wir ertragen viel leichter eine heisse und zugleich trockene Luft als eine feuchte Luft von derselben Temperatur, weil im ersteren Falle die Wasserverdunstung von der Haut aus immer noch eine gewisse Kühlung verschafft, während dieselbe in heisser, feuchter Luft wegfällt. Es ist bekannt, dass an heissen, trockenen Sommertagen auch bei vollkommener Körperruhe, wo kein Schweiss zu Stande kommt, die Harnausscheidung gering ist. Dies rührt davon her, dass unter den genannten Umständen grosse Mengen Wasser unmerklich von der Haut abdunsten.

Eine mit Feuchtigkeit gesättigte und warme Luft wird als schwül empfunden; da ihr das Vermögen fehlt, mehr Wasserdampf aufzunehmen, so scheidet sich die auf der Haut ausgetretene Flüssigkeit in Tropfen ab und bildet den Schweiss. Unter diesen Verhältnissen kann eine Temperatur von 20° oft drückender und unangenehmer einwirken als eine Temperatur von 30° bei Trockenheit.

Unser Organismus besitzt zur Schätzung des absoluten Feuchtigkeitsgehaltes der Atmosphäre gar keinen Anhaltspunkt, er reagirt aber sehr empfindlich gegen die Grade und Schwankungen des relativen Wasserdampfgehaltes. Erfahrungsgemäss fühlt sich ein an die klimatischen Einflüsse der gemässigten Zone gewohnter Mensch am wohlsten, wenn der Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden und eingeathmeten Luft zwischen 60 — 70% schwankt.

Bei diesem Feuchtigkeitsgrade wird die Haut, sowie die hygroskopischen Gewebe derart turgescent erhalten, wie es die normale Erfüllung ihrer Aufgaben erfordert, der Athmungs-, Verdunstungs- und Wärmeabgabs-Process hat hierbei erhebliche Hindernisse nicht zu überwinden — denn die Feuchtigkeit hat noch lange nicht die Sättigung erreicht, und andererseits sind diesen Processen durch die vorhandene Luftfeuchtigkeit solche Schranken gesetzt, welche Schaden durch zu rasche Functionirung verhüten. — Wird hingegen die Luft trocken, d. h. sinkt ihre relative Feuchtig-

*) Pettenkofer, Beziehungen der Luft zu Kleidung, Wohnung und Boden. Braunschweig 1873.

keit unter 60%, dann findet eine lebhafte Wasserverdunstung statt, eine grössere Wärmemenge wird dem Körper entzogen, Haut- und Respirationsorgane werden mehr angestrengt, das Nahrungsbedürfniss wird grösser, der Stoffwechsel beschleunigt, nervöse Aufregung macht sich bemerkbar. Zu feuchte Luft dagegen erschlafft die Gewebe und hat eine, bei Andauer verhängnissvolle Indolenz zur häufigen Folge. Allerdings ist die Angewöhnungsfähigkeit des Menschen hier wie gegen andere Natureinflüsse eine mächtige, aber namhafte Veränderungen in den fraglichen Eigenthümlichkeiten gehören zu den grössten Gefahren der nicht immer glücklich ablaufenden Acclimatisationsperiode, und habituelle extreme hygrometrische Verhältnisse werden vielleicht nicht mit Unrecht zu den Momenten gezählt, die einen localnationalen Charakter mitbedingen.

Der fördernde Einfluss der Feuchtigkeit auf die Vegetation erstreckt sich auch auf die kleinsten pflanzlichen Organismen, auf die Pilze.

In der That verrathen viele zymotische, in ätiologischer Beziehung gewöhnlich auf Pilze bezogene Krankheiten einen ursächlichen Zusammenhang mit dem Grade der Luftfeuchtigkeit. Malariakrankheiten sollen volle epidemische Ausbreitung nur dann erreichen, wenn die Feuchtigkeit der Sättigung nahekommt. Pest und Pocken werden durch sehr trockene Luft in ihrer Verbreitung aufgehalten. Das Aufhören der Bubonenpest in Egypten nach Johanni kann eher aus der Trockenheit als aus der Hitze der Luft hergeleitet werden. Bei dem trockenen Hermattanwinde auf der Westküste von Afrika können Pocken nicht geimpft werden.*)

Naeh Hirsch**) spricht eine grosse Reihe von geographisch-pathologischen Erfahrungen dafür, dass hohe Grade von Luftfeuchtigkeit für die Genese der Lungensehwindsueht ein wesentliches eausales Moment bilden. Hirsch weist einerseits auf die Seltenheit der Lungenschwindsucht in troekenen Gegenden, wie in den Prairieländern und Hochebenen Nordamerikas, andererseits auf die Häufigkeit dieser Krankheit in Küstenländern, so an der atlantischen Küste Nordamerikas und Europas. Es bleibt aber fraglich, ob bei diesen Beobachtungen auch die vielen concurrirenden Einflüsse genügend gewürdigt wurden, und man wird demnach dieses behauptete Abhängigkeitsverhältniss zwischen grosser Luftfeuchtigkeit und Tuberculose sehr reservirt aufnehmen müssen.

Zudem ist es wahrscheinlicher, dass nicht die Feuchtigkeit der Luft an sich die Lungentuberculose begünstige, sondern dass die vom feuchten Boden entspringende Luftfeuchtigkeit, in Folge ihrer Schwängerung mit Verwesungsproducten, einen verderblichen Einfluss auf den Organismus ausübe, Schwächezustände hervorbringe und in ähnlicher Weise den Grund zur Schwindsucht lege, wie Fiebermiasmen allgemeines Siechthum herbeiführen.***)

*) Kirchner, Militärhygiene. Erlangen 1869. p. 162.
**) Hirsch, Hist. geogr. Path. Erlangen 1860.
***) Beneke, Zur Actiologie und Therapie der Lungentuberculose. Arch. des Ver. f. wissensch. Heilkunde. Leipzig 1866.

Luftfeuchtigkeit steigert die Ozonbildung, ist ein guter Leiter für Elektricität, mildert das Sonnenlicht, verlängert die Dämmerung.

Hygrometrie.

Hygrometrische Bestimmungen werden auf mehrfache Art ausgeführt.

Man verwendet zu denselben:

1. Hygrometrische Stoffe.

2. Condensations-Hygrometer oder Instrumente, an welchen die Temperatur des Thaupunktes beobachtet werden kann, d. h. mit welchen man bestimmt, um wie viel die Luft betreffs ihrer Temperatur erniedrigt werden müsse, um mit Wasser gesättigt zu sein.

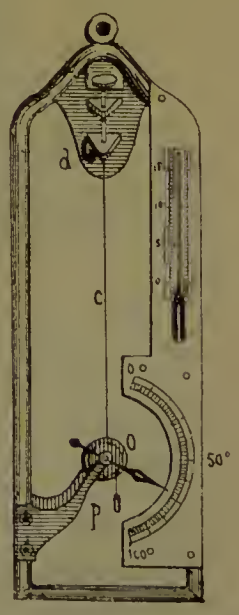
3. Psychrometer, d. i. Instrumente, bei welchen aus der Abkühlung eines befeuchteten Körpers bestimmt wird, wie viel die umgebende Luft noch Wasserdampf bis zum Sättigungspunkte aufzunehmen habe.

4. Atmometer, d. i. Instrumente, durch welche der Feuchtigkeitsgehalt der Luft aus der Menge des innerhalb eines bestimmten Zeitraumes verdunsteten Wassers beurtheilt und die Evaporationskraft, die Durstigkeit einer Luft direct gemessen wird.

1. Hygrometrische Stoffe.

Als solche wurden anfangs Pflanzentheile, z. B. die Blüthen von Carlina acaulis, der Bart von Geranium moschatum, die Grannen des Federgrases (Stippa pennata) etc. benützt. Saussure verwendete hiezu das Haar. Sein Hygrometer (Fig. 40) hat eine allgemeine Verbreitung erlangt. Es besteht im Wesentlichen aus einem gespannten, an einem Ende um eine Axe gewickelten Menschenhaare *(c)*, dessen anderes Ende mit einem Zeiger *(o)* in Verbindung steht, der im kürzesten Zustande, also bei absoluter Trockenheit, auf 0 steht, und im längsten Zustande, bei Sättigung mit Feuchtigkeit, auf 100 zeigt. Das Haar muss vorher durch Kalilauge oder Aether entfettet und die Luft unter einer Glasglocke (durch Schwefelsäure) vollkommen trocken gemacht werden. Das Haar dehnt sich, mit einem Gewichte *(p)* von 3 Gramm angespannt, von einem Extrem zum anderen um 0·0245 seiner Länge aus, also für 1 Hygrometergrad um 0·000245. Die bei einer Verlängerung oder Verkürzung entstehende Bewegung wird durch einen Hebel auf einen Zeiger übertragen und dadurch die mit der Feuchtigkeit wechselnde Länge des Haares markirt. Die Empfindlichkeit des Instrumentes ist nach Saussure eine sehr grosse, ja, wie er sich ausdrückt, eine beinahe unbequeme, da dessen Stand sich schon durch den Athem und die Körperwärme verändert. Anfang und Ende

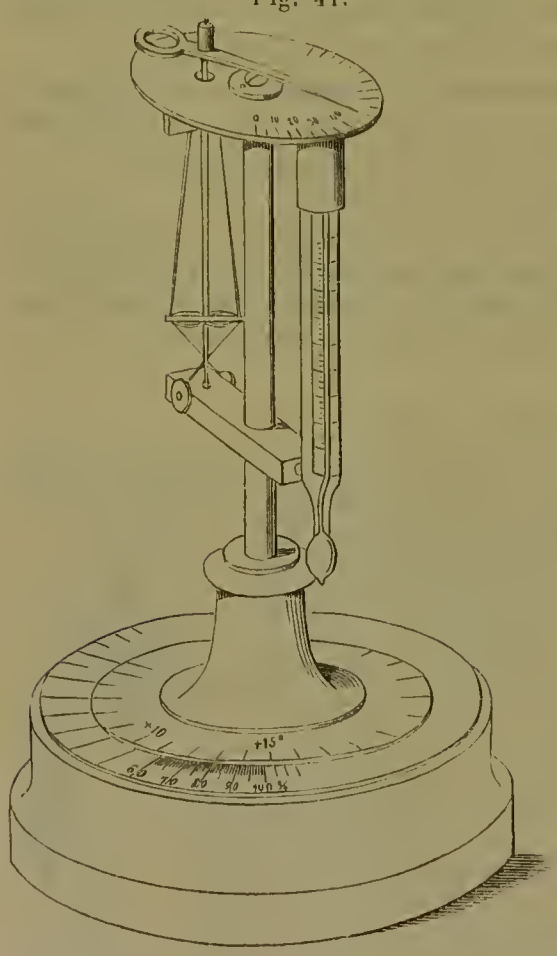
Fig. 40.



der Scala mögen für alle Temperaturen ziemlich constant sein, die zwischenliegenden Grade sind es jedoch nicht, daher Saussure dieselben auf eine bestimmte Temperatur zu reduciren trachtete.

Saussure's Hygrometer ist nur brauchbar, wo es sich darum handelt, die Veränderungen der Luftfeuchtigkeit von einem und demselben Orte zu erkennen; doch eignet es sich wegen der Verschiedenartigkeit der dazu verwendeten Haare und wegen der verschiedenen bei der Entfettung vorgenommenen Processe nicht zu genauen, vergleichenden Beobachtungen, ferner, da es leicht in Unordnung geräth, auch nicht zum Transport. Verbessert wurde dieses Instrument durch Klinkerfues. Sein Hygrometer ist unter dem Namen Bifilar-Hygrometer (Fig. 41) allgemein bekannt. Es ermöglicht dieses Instrument eine directe Ablesung der relativen Feuchtigkeit auf einer von 0 bis 100% getheilten Scala. Zu anderen Beobachtungen und zur Bestimmung der Thaupunkt-Temperatur ist dem Apparate eine kreisrunde Tabelle beigegeben, aus 2 über einander sich bewegenden Kreisscheiben verschiedenen Durchmessers mit Eintheilungen, die eine nach Temperaturgraden, die andere, grössere, nach Procentgraden. Die hygrometrische Substanz besteht aus 5 oder 6 Menschenhaaren, welche, je nach dem sie sich verlängern oder verkürzen, das an der verticalen Zeigeaxe befestigte Stäbchen nach links oder nach rechts drehen. Dieser Bewegung folgt der oben angebrachte Zeiger und markirt so die relative Feuchtigkeit auf der Scala. Dem auf beistehender Figur gezeichneten Instrumente, auf welchem sich am Fusse die drehbare Tabelle befindet, ist gleichzeitig ein Beobachtungs-Thermometer beigegeben, das für die Bestimmung des Thaupunktes von Wichtigkeit ist. Wird das Hygrometer zur Beobachtung nach einem anderen Orte transportirt, so muss man mindestens 20 Minuten nach der neuen Aufstellung vergehen lassen, ehe die Feuchtigkeitsveränderung einen bleibenden Einfluss auf das Instrument ausgeübt hat. Den im Handel vorkommenden Instrumenten dieser Art liegt eine Beschreibung bei, in welcher die Art und Weise, wie das Instrument gehandhabt werden soll, näher dargelegt ist.

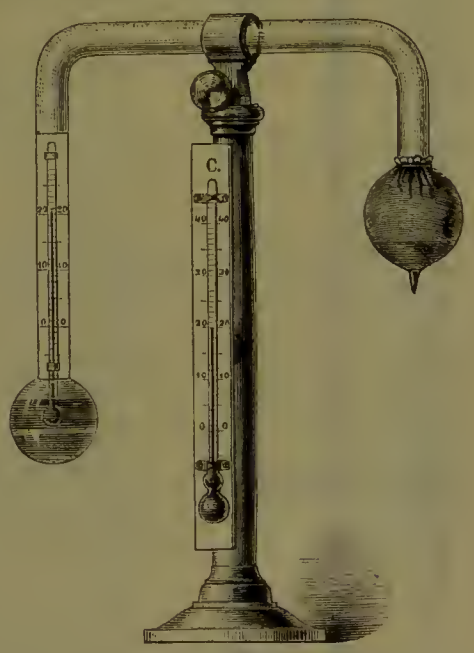
Fig. 41.



2. *Condensations-Hygrometer.*

Das Princip des Thaupunkt- und Condensations-Hygrometers ist schon sehr alt. Die im siebzehnten Jahrhundert zu Florenz tagende Academia del Cimento benützte zu ihren hygrometrischen Bestimmungen ein umgekehrt conisches, mit Schnee und Eis gefülltes Glas, in welchem sich der Wasserdampf condensirte und tropfenweise herabfiel, wobei die Feuchtigkeit der Luft nach der Anzahl der Tropfen beurtheilt wurde. Hierauf gründete Daniell sein Aether-Hygrometer (Fig. 42). Dieses Instrument besteht aus einer gekrümmten luftleeren Röhre, die an ihren Enden mit Kugeln versehen ist; die eine ist an ihrem unteren Theile mit einer Schicht fein polirten Goldes belegt, die andere dagegen mit einem Leinwandläppchen umwickelt; jene enthält etwas Aether und ein kleines Thermometer, dessen Kugel zum Theil in den Aether hineinragt. Tröpfelt man nun etwas Aether auf die umwickelte Kugel, so wird diese durch die Verdunstung des Aethers erkaltet, was eine Verdichtung der im Innern der Röhre befindlichen Aetherdünste zur Folge hat. Da hierdurch der Druck auf den noch tropfbar flüssigen Aether im Innern geringer wird, entsteht eine lebhafte Verdunstung desselben, wodurch sowohl dem Aether selbst, als auch der Kugel und der ambienten Luft Wärme entzogen wird und die Kugel sich demnach mit Thau beschlägt. Die Temperatur der Luft zeigt ein am Stative angebrachtes Thermometer an. Jene Temperatur, welche das in der mit Aether gefüllten Kugel angebrachte Thermometer genau in dem Momente zeigt, in welchem der Thaubeschlag stattfindet, bezeichnet den Thaupunkt, d. i. die volle Wasserdampfsättigung der Luft. Da aber die oberen Schichten des Aethers früher und tiefer erkalten als die unteren, so veranlasst dieser Umstand eine Fehlerquelle, welche Döbereiner dadurch beseitigt hat, dass er den Aether durch Zuführung von Luftblasen, mittelst eines Aspirators in beständig wallende Bewegung versetzte, wodurch derselbe eine allenthalben gleichmässige Temperatur erhält.

Fig. 42.



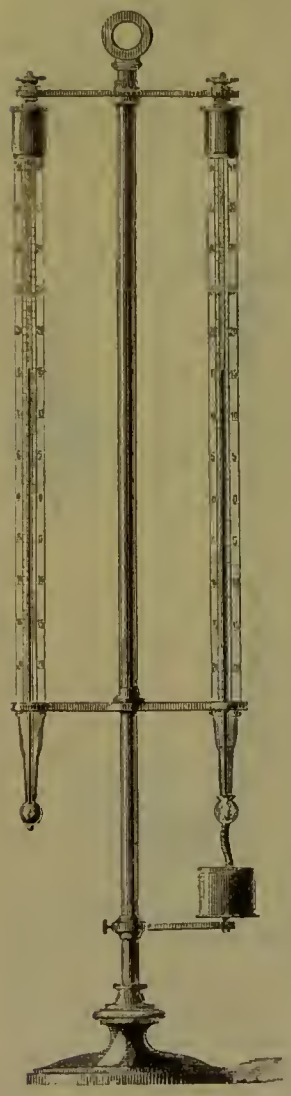
Die wesentlichsten Uebelstände des Condensations-Hygrometers bestehen darin, dass die Handhabung desselben jedesmal einen besonderen Versuch, somit längere Anwesenheit des Beobachters fordert, ein Umstand, der offenbar auch auf die Feuchtigkeit und Temperatur des Instrumentes Einfluss üben muss, besonders wenn man sich demselben sehr nähert, und weiter, dass im Sommer in heissen Räumen und in heissen Klimaten eine sehr grosse Menge von

Aether verbraucht wird und bei excessiver Trockenheit und sehr hoher Temperatur der Luft man gar nicht im Stande ist, einen Thau niederschlag zu erzeugen.

3. Psychrometer.

Die dritte Art, den Feuchtigkeitszustand der Luft zu ermitteln, besteht in der Messung der Verdunstungskälte, aus dem Unterschiede eines trockenen und eines feuchten Thermometers.

Fig. 43.



August hat das Problem so weit zum Abschluss gebracht, dass der von ihm angegebene Nasskältemesser, das Psychrometer, da es mit den Vorzügen grosser Empfindlichkeit auch die der Kürze und Einfachheit des Beobachtungs-Verfahrens vereint, sich, als das praktisch brauchbarste, die allgemeine Verbreitung verschaffte.

August's Psychrometer (Fig. 43) besteht, wie bereits angedeutet, aus zwei genau übereinstimmenden, gleich construirten, empfindlichen, in Fünftel-Grade getheilten Thermometern, welche etwa, 80—100 Millimeter von einander entfernt, an demselben Gestelle aufgehängt sind. Die Kugel des einen ist mit einem Mousselin-Läppchen umwickelt, welches zur Zeit der Beobachtung benetzt ist und durch Baumwollfäden mit einem Wassergefässe in Verbindung gesetzt werden kann, um es fortdauernd feucht zu erhalten. Die je nach der Luftfeuchtigkeit mehr oder weniger rasch vor sich gehende Verdunstung an der benetzten Mousselinhülle entzieht der darunter befindlichen Quecksilberkugel eine bestimmte Wärmemenge, weshalb, so lange dies stattfindet, das benetzte Thermometer einen niedrigeren Stand einnehmen wird, als das trockene. Aus dieser Temperaturdifferenz beider Thermometer, der sogenannten Psychrometer-Differenz, lässt sich nun die Spannkraft des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes bestimmen. Die dem feuchten Thermometer entzogene Wärme ist nämlich proportional der Dampfmenge, welche durch ihre Vermittlung gebildet wird und steht ferner nahezu in directem Verhältnisse mit der Psychrometer-Differenz und der Luftdichte, d. i. dem entsprechenden Barometerstande. Die Psychrometer-Differenz wird also um so grösser sein, je trockener die Luft, sie wird im Gegentheil mit abnehmender Trockenheit, d. i. mit zunehmender Feuchtigkeit abnehmen, ja bei voller Dampfsättigung der Luft, im Zustande absoluter Luftfeuchtigkeit (bei Nebel, Thau etc.) ganz verschwinden, da im letzteren Falle die Verdampfung vollkommen aufhört, mithin auch der Stand beider Thermometer ein gleicher sein

muss. Im Nebel kann selbst das benetzte Thermometer — also die Verdunstungskälte — eine höhere Temperatur anzeigen, und zwar wegen der höheren Temperatur der Dunstbläschen, aus welchen der Nebel besteht.

Obschon nun die abgelesene Psychrometer-Differenz an und für sich geeignet ist, über die Zu- und Abnahme der Luftfeuchtigkeit Aufschluss zu geben, so ist es für vergleichende Zusammenstellungen jedoch unumgänglich nothwendig, aus derselben eine nach Procenten ausgedrückte Reduction des Feuchtigkeitsgehaltes vorzunehmen.

Setzt man zu diesem Zwecke M = dem Maximum der Spannkraft des Wasserdampfes für die durch das benetzte Thermometer angezeigte Temperatur, ferner b = dem Barometerstand, d = der Psychrometer-Differenz und e = der Spannkraft des Wasserdampfes bei der durch das trockene Thermometer angezeigten Lufttemperatur, so ergibt die Formel

$$F = \frac{M - 0{\cdot}0008\ b\ d}{e}$$

direct den Sättigungsgrad der Luft (wobei völlig mit Wasserdampf gesättigte Luft = 1, völlig trockene = 0 gesetzt ist), welcher dann in Procenten ausgedrückt wird.

Obige Berechnung lässt sich übrigens grösstentheils oder ganz ersparen, wenn man sich im Besitze der zu diesem Zwecke berechneten Hilfstabelle befindet.

Was die Aufstellung des Psychrometers betrifft, so muss dasselbe an einem möglichst geräumigen, aber durch umgebende Gebäude, am besten durch eine Blechbeschirmung, vor Sonne, Wind und Regen geschützten Ort aufgestellt sein. Bei Zimmerbeobachtungen soll nach August das Instrument vor der Ablesung in Pendelschwingungen versetzt werden, um den Luftwechsel zu erzeugen, der im Freien von selbst entsteht.

4. *Atmometer.*

Die Bestimmung der Luftfeuchtigkeit mittelst der Atmometer stellt sich die Aufgabe, den grösseren oder geringeren Feuchtigkeitsgehalt der Luft nach der Schnelligkeit zu beurtheilen, mit welcher die Verdunstung des Wassers unter gegebenen Verhältnissen an bestimmten Orten stattfindet. Durch diese Beobachtungsmethode wird man in die Lage versetzt, die Evaporationskraft eines Raumes nicht, wie dies durch das Psychrometer geschieht, nur indirect nach dem Aufwande der durch die Verdampfung entzogenen Wärme, sondern direct zu messen.

Derlei Bestimmungen sind für gewisse in der hygienischen Praxis vorkommende wichtige Untersuchungen (von Wohnräumen, Localen in Neubauten) von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit und dienen dieselben einerseits als gute Controle der Psychrometer-Beobachtungen, andererseits als wichtige Ergänzung derselben, da die Ablesung des Psychrometers stets nur den Stand im Momente der Beobachtung selbst erkennen lässt, ohne einen Rückschluss auf die

zwischen zwei Beobachtungen stattgefundenen Vorgänge zu erlauben, während die Ablesung der verdunsteten Wassermenge uns ein Integral darstellt, somit dem Werthe einer, innerhalb eines bestimmten Zeitraumes ununterbrochen erfolgten autographen Beobachtung gleichkommt.

Von den verschiedenen Atmometern sind für hygienische Zwecke die von Prestel und von Pliche die empfehlenswerthesten. Ganz besonders ist es der letztere, der sich zu schnellen Untersuchungen vortheilhaft verwenden lässt. Eine graduirte, etwa 25 Centimeter enthaltende Glasröhre, welche an einem Ende zugeschmolzen ist, wird, nachdem sie mit Wasser gefüllt ist, an ihrem offenen Ende mit einem etwa handtellergrossen Stück sogenannten Kupferstecherpapiers, das mittelst eines Klemmers festgehalten wird, bedeckt und verkehrt, d. h. mit dem offenen Ende nach unten, in dem Raume, dessen Feuchtigkeitsgehalt eruirt werden soll, aufgestellt. Das in dem Papier enthaltene Wasser verdunstet und entsprechend der verdunsteten Menge steigt Luft in die Glasröhre. Ist nun das Instrument, dessen man sich bedient, geaicht, d. h. hat man durch eine Reihe von Versuchen festgestellt, in welcher Zeit in einem Luftraume von bekanntem Volum und Feuchtigkeitsgehalt bei vollständig ruhiger Luft 1 Centimeter Flüssigkeit verdunstet, so kann man mit Hilfe dieser einfachen Röhre innerhalb 5—10 Minuten den Feuchtigkeitsgehalt irgend einer Binnenluft annähernd und für die gewöhnlichen sanitätspolizeilichen Untersuchungen ausreichend ermitteln.

Die genauesten Resultate lassen sich durch Wägung einer aus einer bekannten Fläche verdunsteten Wassermenge mittelst sehr empfindlicher Wagen erzielen. Nur muss hiebei von der verdunstenden Flüssigkeit aller Luftstaub sorgfältigst abgehalten werden.

Kohlensäure.

Die Kohlensäure gehört zu den constant in der Luft vorkommenden Gasen; jedoch unterliegt ihr Gehalt bedeutenden Schwankungen, es wurden 3·15—5·74 Volumen Kohlensäure in 10.000 Volumen Luft gefunden. Nach anhaltendem Regen vermindert sich in der Regel der Kohlensäuregehalt der Luft; so wurde derselbe in Neugranada während der trockenen Jahreszeit mit 5·043 Volumen, während der Regenzeit mit 3·822 Volumen auf 10.000 Volumen Luft gefunden. Dagegen soll nach kurz andauerndem Regen eine Kohlensäurevermehrung auftreten. Es erklärt sich diese Erscheinung theils dadurch, weil das Wasser die Kohlensäure aus den oberen Erdschichten verdrängt, theils dadurch, dass das Anfeuchten die Oxydation organischer Substanzen auf dem Boden verstärkt. Auch wird gesagt, dass die Luft des Festlandes in der Nacht kohlensäurereicher sei als Tagesluft, weil die Pflanzen während der Nacht Kohlensäure aushauchen, und dagegen soll Luft über dem Meere am Tage mehr Kohlensäure als bei Nacht enthalten, weil sich in Folge der Erwärmung Kohlensäure aus dem darin durch die kühlere Temperatur der Nacht reicher gewordenen Meereswasser entwickeln soll.

Sehr reich an Kohlensäure ist die Luft in Gährlocalen, in Brunnenhäusern von Säuerlingen, in der Nähe mancher Felsklüfte, thätiger Vulkane etc., ferner nach Steppen-, Wald- und Kohlengrubenbränden.

Der Athmungsprocess der Thiere und Menschen beschickt die Luft beständig mit Kohlensäure. Die Kohlensäure bildet sich durch Verbrennung der kohlenstoffhaltigen Elemente des Thierkörpers mit dem durch Einathmen in den Organismus gelangten Sauerstoff. Durch den Respirationsmechanismus wird die Kohlensäure entfernt.

Zum Unterhalte eines normalen Blutes gehört die stetige Aufnahme von Sauerstoff und die Aushauchung von Kohlensäure. Dieser Process findet nach dem Diffusionsgesetze hauptsächlich in der Lunge statt.

Je mehr sich die Kohlensäure in einer Atmosphäre, in der wir leben, anhäuft, desto schwerer tritt die Kohlensäure aus dem Blute aus. Das Athmen wird demnach mit zunehmender Kohlensäure der Luft, in der wir uns befinden, zuerst erschwert und schliesslich aufgehoben, nämlich dann, wenn der Kohlensäuregehalt der Athemluft soweit erhöht ist, dass die Diffusion zwischen äusserer und Lungenluft aufhört. Daraus erklärt es sich, dass der thierische Organismus, wenn er allmälig dem Einflusse einer kohlensäurereichen Luft ausgesetzt wird, sich bis zu einem gewissen Grade den schädlichen Verhältnissen accommodirt, und dass selbst der Aufenthalt in solchen Localitäten, die, wie die Gährkeller, Brunnenhäuser, einen bedeutend grösseren Gehalt an Kohlensäure aufweisen als die atmosphärische Luft, ohne Gesundheitsgefahr stattfinden kann.

Thiere können stundenlang einer Atmosphäre von vielen Procenten Kohlensäure ausgesetzt bleiben, wenn man letztere allmälig vermehrt. Eine Maus erholte sich bald, als sie 25 Minuten lang in einer Atmosphäre von 20% Kohlensäuregehalt zugebracht hatte, an der frischen Luft. Als sie später plötzlich in eine Atmosphäre von 16% Kohlensäure gebracht wurde, starb sie sogleich. In Brunnen, die lange verschlossen geblieben sind, wird die Luft oft so reich an Kohlensäure, dass rasches, unvorsichtiges Betreten derselben sofort den Tod zur Folge hat.

Dass eine Luft in einem bewohnten Raume schon sehr erheblich unbehaglich wird, Kopfweh und andere krankhafte Zustände bewirkt, wenn sie in Folge der menschlichen Re- und Perspiration mehr als 1 pro mille Kohlensäure enthält, ist nicht auf den vermehrten Kohlensäuregehalt zu beziehen, sondern ist in anderen Factoren der verathmeten Luft begründet, wovon später die Rede sein wird.

Kohlensäurebestimmung.

a) Nach Pettenkofer.

Zur quantitativen Bestimmung des Gases bei hygienischen Untersuchungen eignet sich am besten die von Saussure angewandte und von Pettenkofer modificirte und wesentlich verbesserte Methode. Dieses Verfahren beruht darauf, dass man die

Kohlensäure eines abgemessenen Luftvolums durch eine Barythydratlösung von bekanntem Gehalt absorbiren lässt und den nicht gebundenen Theil des Baryts durch Titriren mit Oxalsäure bestimmt. Man setzt dabei voraus, dass ausser Kohlensäure die Luft keine anderen Säuren enthält. Für die gewöhnlichen Verhältnisse der Luft wird diese Voraussetzung stimmen, in anderen Fällen müsste die vorhandene Säure eigens bestimmt und in Abrechnung gebracht werden.

Die Barytlösung muss entweder vollkommen frei von Aetzalkalien sein oder sie muss eine gewisse Menge von Chlorbaryum enthalten. Diese Forderung wird aus nachfolgendem Grunde gestellt*).

Wenn neben suspendirtem Baryumcarbonat, das sich bei der Einwirkung der Kohlensäure auf die Barytlauge bildet, eine Spur von Alkali zugegen ist, so bilden sich neutrale Alkali-Oxalate und diese setzen sich ihrerseits mit dem vorhandenen Baryumcarbonat zu Baryumoxalat und Alkalicarbonat um. Bei jedem weiteren Zusatz von Oxalsäure wird Alkalicarbonat wieder zu Alkali-Oxalat und dieser circulus vitiosus beginnt von Neuem, so lange noch suspendirtes Baryumcarbonat vorhanden ist. Selbst bei der grössten Sorgfalt und Reinlichkeit lässt es sich nicht vermeiden, dass hin und wieder eine Spur von Alkali sich bei der Entnahme der Luftprobe oder beim Titriren einschleicht und die Angaben der Analyse vollständig illusorisch werden. Um diese Fehlerquelle ganz zu beseitigen, schlug Pettenkofer vor, dem Barytwasser einen Zusatz von Baryumchlorid zu geben, welches vermittelnd zwischen Baryumcarbonat und Alkali tritt, indem sich die vorhandenen Alkalicarbonate zu den entsprechenden Alkalichloriden umsetzen.

Um die Methode auszuführen, bedarf man folgender Apparate:

1. Eine Anzahl Glasflaschen in der Grösse von 3 bis 6 Liter, bis zu ihrem Ausmündungsrande geaicht.
2. Die zum Verschluss dieser Flaschen nöthigen Gummikappen.
3. Einen Blasbalg.
4. Je eine Saugpipette zu 25 und 100 Cubik-Centimeter.
5. Eine Bürette.
6. Barometer und Thermometer.
7. Glasstäbe und Glaskölbchen zum Titriren.

Titrirflüssigkeiten und Index. Das Barytwasser kann man sich in der nöthigen Stärke aus krystallisirtem Barythydrat oder durch Verdünnung eines damit gesättigten Wassers herstellen. Für Luftkohlensäure-Bestimmungen genügt es, auf ein Liter Wasser 7 Gramm krystallisirtes Barythydrat zu nehmen, in welcher Concentration auf 100 Cubik-Centimeter Barytwasser zur Neutralisation 100 Milligramm Kohlensäure erforderlich sind. Der geringe Zusatz von Baryumchlorid erfolgt am einfachsten zum Barythydrat vor der Lösung; es genügt, das Baryumchlorid im Verhältniss von 1 : 20 Barythydrat zu nehmen.

*) Ich halte mich hier vollinhaltlich an die präcise Darstellung Wolffhügel's: Ueber Prüfung von Ventilationsapparaten. München 1875.

Um die Veränderung des Titers zu verhüten, hat Pettenkofer die Barytwasserflasche so eingerichtet, dass die Luft, welche für die entnommenen Flüssigkeitsmengen eintritt, zuvor ihre Kohlensäure in einer Vorlage von Bimsstein abgibt, der mit concentrirter Natronlauge getränkt ist. Zu diesem Zweeke ist durch den doppelt durchbohrten Gummipfropfen der Flasche eine mit einem Quetschhahn abgeschlossene Heberöhre und eine zur Bimssteinvorlage führende Glasröhre gesteckt und wird das zum Versuche nöthige Barytwasser mit der Saugpipette direct entnommen. Der Gummischlauch, in welchen die Heberöhre ausläuft, wird überdies mit einem Glasstöpsel versehlossen und empfiehlt es sich für Kohlensäure-Bestimmungen ausserhalb des Laboratoriums, dass man zwischen der Flasche und der Bimssteinvorlage einen Quetschhahn einschaltet.

Die Oxalsäurelösung wird bereitet im Verhältnisse von 2·8636 Gramm krystallisirter Oxalsäure zu 1 Liter destillirten Wassers; 1 Cubik-Centimeter dieser Titerflüssigkeit entspricht genau 1 Milligramm Kohlensäure. Die Oxalsäure, welche man zur Lösung nimmt, muss ehemisch rein und unverwittert sein und darf kein freies Wasser enthalten.

Als Index dient entweder der Zusatz von zwei Tropfen einer alkoholischen Rosolsäurelösung (1 Theil reiner Rosolsäure zu 500 Theilen 80 procentigem Weingeist), oder citronengelbes Curcumapapier, das mit schwedischem Filtrirpapier präparirt ist. Es ist bei letzterem Index sehr wesentlich, nicht den Reagenzpapierstreifen einzutauchen, sondern mit einem Glasstabe darauf einen Tropfen zu bringen. Der Tropfen wird von seiner Peripherie aus eingesogen, seine ganze alkalische Wirkung concentrirt sich deshalb in der Peripherie.

Verfahren: Die Bestimmung der Kohlensäure geschieht nun in folgender Weise: Zur Aufnahme der Luftprobe und gleichzeitig als Maass derselben dient die geaichte Flasche. Dieselbe muss vollkommen rein und trocken sein und darf keine andere Temperatur als der Versuchsraum haben. Man macht die Probe, indem man mit dem Blasebalg Luft in die Flasche so lange eintreibt, bis man annehmen darf, dass die Luftbeschaffenheit in der Flasche dieselbe ist, wie im Versuchsraum. Sodann gibt man in die Flasche 100 Cubik-Centimeter Barytwasser, dessen Titer zuvor genau festgestellt werden muss, verschliesst sofort luftdicht mittelst einer Gummikappe und notirt die während des Versuches in der Nähe der Flasche gefundene Lufttemperatur, sowie den Barometerstand. Die Absorption der Kohlensäure wird gefördert, indem man das Barytwasser einigemale in der Flasche herumschwenkt.

Um den Niederschlag von Baryumcarbonat absetzen zu lassen, wird der Inhalt in eine kleine Flasche ($^1/_4$ Liter) entleert, deren Hals zur Einführung der 25 Cubik-Centimeter-Pipette weit genug sein muss, und mittelst eines Gummipfropfens verschlossen. Wenn sich die Flüssigkeit vollständig geklärt hat, hebt man vorsichtig drei Proben ab und titrirt die erste mit Rosolsäure und die übrigen mit Curcumapapier als Index.

Berechnung: Die Differenz des Titers von 25 Cubik-Centimeter Barytwasser vor und nach dem Versuche entspricht nur einem Viertel der zur Kohlensäure-Absorption verwendeten 100 Cubik-Centimeter. Man muss daher dieselbe mit dem Quotienten 4 multipliciren, um die Menge der absorbirten Kohlensäure zu erfahren. Diese gefundenen Gewichtsmengen Kohlensäure rechnet man in Volumen um (2 Milligramm = 1 Cubik-Centimeter bei 0° C. und 760 Millimeter Barometerstand) und ermittelt das Verhältniss auf 1000 Theile Luft, indem das untersuchte Luftvolum unter Abzug von 100 Cubik-Centimetern, welche das Barytwasser verdrängt hat, auf 0° Temperatur und 760 Millimeter Luftdruck reducirt, in Proportion gesetzt wird.

Modification des Pettenkofer'schen Verfahrens nach Hesse. Hesse*) hat das Pettenkofer'sche Verfahren in der Weise vereinfacht, dass er erheblich kleinere Luftmengen anwendet und titrirt, ohne das Absetzen des kohlensauren Baryts abzuwarten.

Ein Glaskolben von etwa 100—500 Cubik-Centimeter wird mit der Luft des zu untersuchenden Raumes durch genügend lange fortgesetztes Ansaugen vermittelst des auf den Boden desselben eingeführten Glasrohres oder Gummischlauches oder auch mittelst eines Blasebalges gefüllt; hierauf wird eine gemessene Menge Barytwasser von bekanntem Gehalt zugefügt und wird der Kolben alsbald mit einer Gummiklappe geschlossen, nun wird das Barytwasser einige Minuten lang am Bauche des Kolbens herumgespült, dann die Klappe wieder geöffnet, ein Tropfen Rosolsäurelösung zugesetzt, ein auf den Kolben passender doppelt durchbohrter Gummipfropf, durch dessen eines Loch die mit der titrirten Oxalsäure gefüllte Bürette, deren Spitze zu diesem Zwecke lang ausgezogen wird, gesteckt ist, fest aufgesetzt und die ganze trübe Flüssigkeit titrirt. Der Moment der zuerst auftretenden vollständigen Entfärbung der Flüssigkeit zeigt den Eintritt der Neutralisation, das Ende der Reaction an.

b) Minimetrisches Verfahren bei Bestimmung der Kohlensäure nach Lunge.

Um mit noch einfacheren Mitteln über den Kohlensäuregehalt der Luft Aufschluss erlangen zu können, hat Angus Smith „das minimetrische Verfahren" vorgeschlagen. Diese Methode liefert stets nur annähernd richtige Resultate. Sie wird hier nur deswegen erwähnt, weil es vermittelst derselben selbst dem Laien möglich ist, in wenigen Minuten den Kohlensäuregehalt der Luft zu bestimmen, und zwar wenn man die Modification Lunge's anwendet mit einem Apparate, den man ganz leicht in der Tasche herumtragen kann. Smith's Verfahren gründet sich auf das Verhalten der Kohlensäure zum Kalkwasser (oder Barytwasser), in welchem sie bekanntlich eine Trübung von kohlensaurem Calcium (oder Baryum) erzeugt.

Zur Hervorbringung dieser Trübung ist eine bestimmte Menge von Kohlensäure nothwendig, d. h. es existirt für ein bestimmtes

*) Hesse, Zur Bestimmung der Kohlensäure in der Luft. Zeitschr. f. Biol. Bd. 13, S. 400.

Volumen Kalk- oder Barytwasser ein bestimmtes Minimum von Kohlensäure, welches damit in Berührung kommen muss, bis die Trübung für das Auge merklich wird.

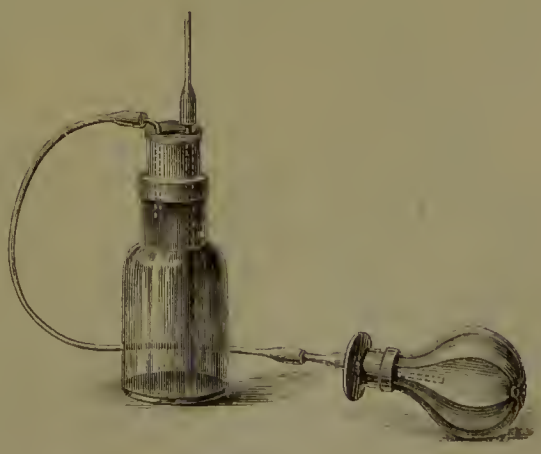
Man wird also für eine bestimmte Menge von Kalkwasser bis zum Entstehen einer deutlichen Trübung um so weniger Luft brauchen, je mehr sie mit Kohlensäure verunreinigt ist, und umgekehrt ein desto grösseres Volumen, je reiner dieselbe ist. Zur Ausführung dieser Methode werden weithalsige Gläser (sogenannte Pulverflaschen) mit sehr gut schliessenden Korkstöpseln von 450, 350, 300, 250, 200, 150 Cubik-Centimeter Inhalt empfohlen.

Zum Messen des Kalkwassers, das 15 Cubik-Centimeter betragen soll, bedient man sich zweckmässig einer Eprouvette, welche an der entsprechenden Stelle mit einem Feilstrich oder mittelst eines Diamanten markirt ist.

Die reinen und trockenen Gläser werden an der Stelle, wo man die Luft untersuchen will, am besten dadurch, dass man mit einem kleinen Blasbalg einigemal hineinbläst, mit der zu untersuchenden Luft gefüllt, die 15 Cubik-Centimeter Kalkwasser rasch hineingegossen, dann wird gut verstopft und einige Minuten kräftig geschüttelt.

Man macht den ersten Versuch mit dem kleinsten Glase (150 Cubik-Centimeter); ist keine Trübung erfolgt, so wiederholt man die Untersuchung mit dem nächst grösseren Glase (200 Cubik-Centimeter) u. s. w., bis eben deutliche Trübung wahrnehmbar ist. Ist die Trübung bei dem Glase von 150 Cubik-Centimeter Inhalt erfolgt, so enthält die untersuchte Luft 16 Volumen Kohlensäure in 10.000 Volumen; bei dem Glase mit 200 Cubik-Centimeter werden 12 Volumen, bei 250 Cubik-Centimeter 10 Volumen, bei 300 Cubik-Centimeter 8 Volumen, bei 350 Cubik-Centimeter 7 Volumen und bei 450 Cubik-Centimeter 4·5 Volumen Kohlensäure in 10.000 Volumen der untersuchten Luft enthalten sein. Zur Einübung wird das häufige Untersuchen von Gartenluft empfohlen, wobei man sich der grössten Flasche von 450 Cubik-Centimeter Inhalt bedient.

Fig. 44.



Lunge*) hat dieses Verfahren in der Art umgestaltet, dass man nur ein kleines Fläschchen, von circa 50 Cubik-Centimeter Inhalt benöthigt. Das Fläschchen (Fig. 44), dessen sich Lunge bedient, hat 38 Millimeter im Durchmesser, 90 Millimeter Höhe (beides aussen gemessen) und fasst bis dahin, wo der Stöpsel eindringt, 53 Cubik-Centimeter. Der Pfropf ist doppelt durchbohrt und kann aus Kork oder Kautschuk sein.

*) Lunge G., Zur Frage der Ventilation. Zürich 1877, s. 31.

Durch die eine Bohrung geht ein gerades Glasrohr fast bis zum Boden des Fläschchens, oberhalb dieses Pfropfens ragt es nur einige Centimeter hervor; auf dieses Ende gibt man ein kurzes Stück von einem weichen Kautschukschlauch. Sehr zweckmässig ist es, dieses Rohr am unteren Ende zu einer feinen Spitze auszuziehen, wodurch eine sehr bequeme Regulirung der Luft ermöglicht wird.

In die zweite Durchbohrung des Pfropfens kommt ein rechtwinkelig gebogenes kurzes Glasrohr, das innen aus dem Pfropf nicht hervorragt, und am äusseren Ende ein circa 20 Centimeter langes, weiches und dickwandiges Kautschukrohr (am besten von der rothen Sorte) trägt. Gegen das Ende dieses Schlauches, nahezu dort, wo er an das Glasrohr angesteckt wird, macht man mit einem sehr scharfen Messer einen kurzen (circa 1 Centimeter langen) Längsschnitt in das Kautschukrohr.

Dieser Einschnitt hat den Zweck, als Ventil zu dienen, indem er sich bei einer Verdichtung der Luft innerhalb des Kautschukrohres öffnet, also die Luft hinauslässt, umgekehrt aber keine Luft eintreten lässt, weil die Ränder der Spalte fest aneinander gedrückt werden. — Am offenen Ende des Kautschukschlauches wird ein kleiner, mit einem Mundstück versehener Gummiballon, circa 28 Cubik-Centimeter fassend, befestigt. (Am besten eine kleine birnförmige Augenspritze, starkwandig und roth, wie sie zu chirurgischen Zwecken benützt werden.) — Durch Uebung ist es leicht zu bewerkstelligen, dass man durch Drücken auf den Kautschukballon ziemlich genau 23 Cubik-Centimeter Luft hinauspresst. — Der Ballon dient als Maass für die zu untersuchende Luft, wie es aus der folgenden Handhabung des Apparates ersichtlich wird.

In das trockene Fläschchen bringt man am Orte der Untersuchung 7 Cubik-Centimeter klares Barytwasser (das in einem Liter etwa 6 Gramm Barythydrat enthält) und markirt die Stelle, bis zu welcher dasselbe reicht, mit einem Diamanten ein- für allemal. — Nun wird der Stöpsel aufgesetzt und die Flüssigkeit im Fläschchen vorsichtig einigemal umgeschwenkt, um die vorhandene Kohlensäure zur Absorption zu bringen.

Hierauf wird der Schlauch auf der vertikalen Glasröhre mit den Fingern geschlossen, der Ballon mit der rechten Hand vorsichtig zusammengedrückt und so die Luft (23 Cubik-Centimeter) durch den Spalt entweichen gelassen. Man öffnet nun das bis jetzt geschlossen gehaltene Kautschukröhrchen, respective die Glasröhre, und lässt durch vorsichtiges Nachlassen des auf dem Ballon lastenden Druckes Luft in das Fläschchen einströmen.

Die eintretende Luft muss die Barytwasserschichte passiren, wodurch die Absorption der Kohlensäure theilweise erfolgt; um sie vollständig zu machen, schwenkt man das Fläschchen einigemale um und beobachtet, ob das Barytwasser eine deutliche Trübung zeigt oder nicht. Im letzteren Falle wiederholt man die Operation des Verschliessens und Ausblasens von Luft durch Zu-

sammendrücken des Ballons, worauf selbstverständlich das vorsichtige Einströmenlassen einer neuen Luftmenge und das mit derselben in Verbindung stehende Nachlassen des auf dem Ballon lastenden Druckes erfolgen muss.

Diese Operationen müssen so oft wiederholt werden, bis eine deutliche Trübung des Barytwassers wahrzunehmen ist. Die Anzahl der verwendeten Ballonfüllungen ist zu notiren; aus der folgenden Tabelle kann man dann den Kohlensäuregehalt der Luft ablesen. Als Endreaction kann auch jener Moment gelten, bei dem ein auf Papier fixirtes, an der Aussenwand der Flasche angebrachtes Bleistiftkreuz dem Auge verschwindet.

Es darf nicht vergessen werden, dass zu der jeweiligen Anzahl der Ballonfüllungen noch zwei Ballonfüllungen, dem Inhalte der Flasche (46 Cubik-Centimeter) entsprechend, hinzu addirt werden müssen. Hat man z. B. vier Ballonfüllungen gemacht, so müssen die für das Volumen der Flasche entsprechenden zwei Füllungen hinzu addirt werden, was zusammen sechs Ballonfüllungen ausmacht, hiefür finden wir in der nachstehenden Tabelle die Zahl 14·8 Cubik-Centimeter Kohlensäure für 10.000 Cubik-Centimeter Luft.

Tabelle

für den Gebrauch des minimetrischen Apparates.

Füllungen des Ballons:	Zeigen an Volumina der Kohlensäure in 10.000 Volumen Luft
4	22
5	17·6
6	14·8
7	12·6
8	11·0
9	9·8
10	8·8
11	8·0
12	7·4
13	6·8
14	6·3
15	5·8
16	5·4
17	5·1
18	4·9

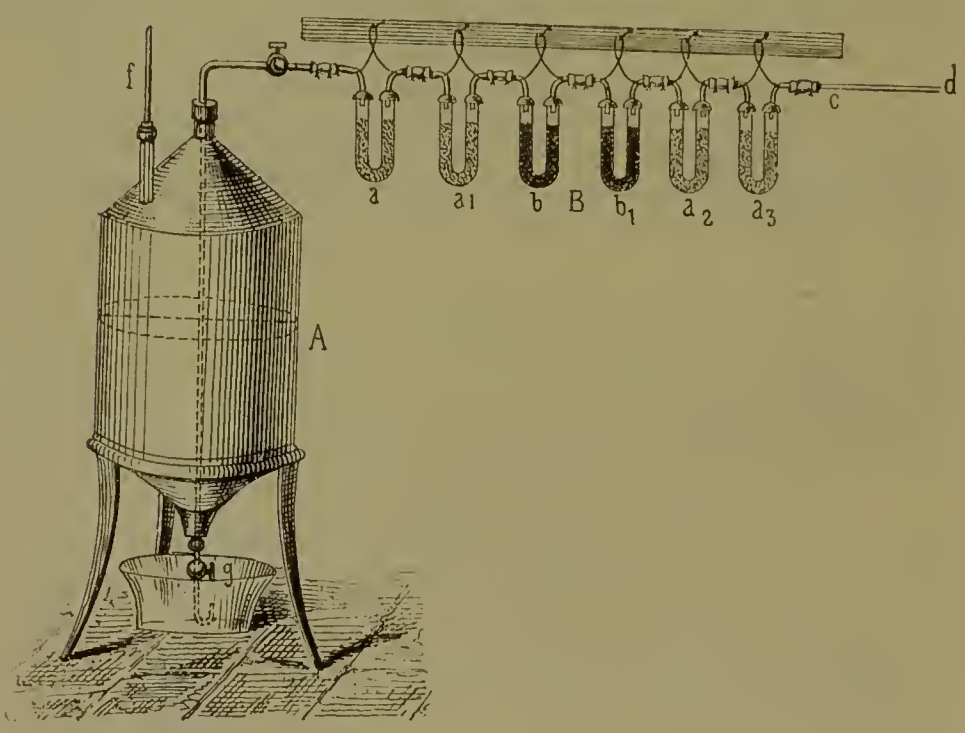
c) Gleichzeitige Ermittlung des Kohlensäure- und Wassergehaltes der atmosphärischen Luft nach Regnault.

Man kann in der exactesten Weise die Kohlensäure und den Wassergehalt der Luft gleichzeitig mittelst dem von Regnault angegebenen, in seiner Construction höchst einfachen Apparat (Fig. 45), bestimmen.

A ist ein Gefäss aus Metallblech, welches, mit Wasser gefüllt, durch Oeffnen des Hahnes bei g als Aspirator benützt wird; f bezeichnet ein in das Gefäss eingesenktes Thermometer.

Man bestimmt vorher durch Ausmessen den Inhalt des Gefässes A, füllt es hierauf mit Wasser an und verbindet mit dem Aspirator eine Reihe von U-förmig gebogenen Röhren a, a_1, b, b_1, a_2, a_3; die Röhren a, a_1, a_2, a_3 sind mit grob gepulvertem Bimsstein angefüllt, welcher mit concentrirter Schwefelsäure getränkt ist; die Röhren b, b_1 enthalten Bimssteinstücke, welche mit concentrirter Kalilauge befeuchtet sind. Mit der letzten Röhre a_3 ist ein langes Rohr cd verbunden, welches die Luft von dem Orte, wo man sie analysiren will, in das Laboratorium leitet.

Fig. 45.



Die mit Bimsstein angefüllten Röhren sind an beiden Seiten mit guten Korken verschlossen, durch welche engere und im rechten Winkel gebogene Glasröhren gehen. Die Röhren sind unter sich mit kleinen Kautschukröhren verbunden, die man über die Glasröhren mit starker Seidensehnur zuschnürt.

Die beiden Röhren a_2, a_3 werden zusammen gewogen, ebenso die drei Röhren a, b, b_1. Die Röhre a braucht nicht gewogen zu werden; sie bleibt stets an dem Apparat befestigt und dient nur dazu, den Zutritt von Wasserdampf aus dem Gefässe A in das Rohr a_1 zu verhindern.

Hat man den Apparat auf diese Weise zusammengestellt, so lässt man das in dem Gefässe A enthaltene Wasser durch Oeffnen des Hahnes g ausfliessen. Bevor die äussere Luft in das Gefäss A

gelangt, muss sie die U-förmigen Röhren durchstreichen; in den Röhren a_3 und a_2 wird ihre Feuchtigkeit, in den beiden folgenden Röhren b_1 und b ihre Kohlensäure weggenommen. Da aber die in diese letzteren Röhren kommende Luft ganz trocken ist und aus der Kalilauge wieder eine merkliche Menge von Wasserdampf aufnimmt, so hat man noch die Röhre a_1, welche mit Schwefelsäure getränkten Bimsstein enthält, angefügt, damit der Luft das aufgenommene Wasser wieder entzogen werde.

Ist der (etwa 100 Liter) haltende Aspirator ganz leer, so werden die Röhren von Neuem gewogen, wobei sich eine Gewichtszunahme bemerklich macht. Die Zunahme der Röhren a_2 und a_3 bezeichnet das Gewicht des in der Luft enthalten gewesenen Wasserdampfes, die Zunahme der Röhren a_1, b und b_1 das der vorhanden gewesenen Kohlensäure.

Die weitere Berechnung (Umwandlung des Gewichtes in Volumen bei 0° C. und 760 Millimeter Druck) ist genau wie oben beschrieben.

Ammoniak, Salpetersäure, salpetrige Säure.

Ammoniak findet sich in der Luft an Kohlensäure, Salpetersäure und salpetrige Säure gebunden nur in sehr geringer Menge und übersteigt nie einen Theil in einer Million Lufttheilen. Dasselbe bildet sich theils bei der Fäulniss organischer Körper, theils und zwar gleichzeitig mit salpetriger Säure bei der Verdunstung des Wassers an der Luft.

Zu seiner quantitativen Bestimmung werden grosse Mengen Luft durch verdünnte Salzsäure geleitet, in dieser wird das Ammoniak zurückgehalten und das letztere nach ähnlichen Methoden, wie dies für das Auffinden des Ammons bei der Wasseranalyse angegeben wurde, quantitativ ermittelt.

Zweites Capitel.

Die verunreinigenden Bestandtheile der atmosphärischen Luft.

Neben den normalen Bestandtheilen der Luft: Stickstoff, Sauerstoff, Kohlensäure, Wasser, Ammoniak, Salpetersäure und salpetriger Säure, kommen in derselben auch noch andere Körper vor, und zwar gelangen in die Luft einerseits alle Gase, die auf der Erde überhaupt auftreten und die nach ihrem Uebergange in die Luft nicht sofort verändert oder unverändert aus ihr abgeschieden werden und andererseits enthalten die Luftschichten oft bis zu tausend und noch mehr Meter Höhe suspendirte Körper, Staub.

Alle diese Substanzen lassen sich als Luftverunreinigungen ansehen.

Verunreinigende Gase der Luft.

Die zahlreichen Gase und Dämpfe, welche zum Theil durch die Processe der Fäulniss, Gährung, zum Theil durch die Lebensvorgänge der Thiere und Pflanzen, als auch durch die Industrie und das wirthschaftliche Treiben der Menschen entstehen und in die Atmosphäre einströmen, erfahren daselbst die mannigfachsten Schicksale. Durch Diffusion und in Folge der fortwährenden Bewegung der verschiedenen Luftschichten werden sie mehr oder weniger rasch verdünnt, zertheilt, manche derselben werden durch Oxydation oder durch andere chemische Proeesse zu normalen Luftbestandtheilen (z. B. Kohlenwasserstoffe zu Wasser und Kohlensäure) umgewandelt, andere durch die atmosphärischen Niederschläge aus der Luft ausgewaschen (salpetrige Säure, Salpetersäure, Ammoniak, Schwefelsäure, Kochsalz u. s. w.) und zu Boden geführt. Wären diese und ähnliche Reinigungsprocesse nicht in fortwährender Thätigkeit, so würde die Luft gar bald so reich an fremden, verunreinigenden Gasarten und Dämpfen sein, dass sie sich der Gesundheit nachtheilig erweisen würde. So aber ist eine das Gedeihen der lebenden organischen Wesen ermöglichende Beschaffenheit innerhalb gewisser, freilich ziemlich enger Grenzen in der freien Atmosphäre garantirt und nur in der Nähe mächtiger luftverändernder Localverhältnisse wird auch die Luft im Freien deutlich und zum Nachtheil der Gesundheit geändert, weil unter solchen Umständen die Reinigungsvorgänge nicht gleichen Schritt halten können mit der Verunreinigung.

Die ursächlichen Momente, welche eine locale Entmischung der Luft durch Entwicklung von schädlichen Gasen bewirken, werden im Verlaufe der ferneren Erörterungen, namentlich bei Besprechung der Luftverderbniss durch Ueberfüllung der Wohnräume und in den Capiteln über Heizung, Beleuchtung, Canalisation und über sanitär bedeutsame Gewerbebetriebe beleuchtet werden.

An dieser Stelle seien aber jene für hygienische Untersuchungen geeigneten Methoden erwähnt, durch welche die Beimischung fremder Gase in der Luft qualitativ oder quantitativ ermittelt werden kann.

Untersuchung der Luft auf Gase.

a) Gasgemische aller Art.

Zur Untersuchung von Gasgemischen aller Art empfiehlt sich der Winkler'sche Apparat*) (Fig. 46).

Dieser Apparat besteht in der Hauptsache aus einer zweischenkligen Röhre, welche der geringeren Zerbrechlichkeit und bequemeren Reinigung halber am tiefsten Punkte der Krümmung zerschnitten ist. Beim Gebrauche werden beide Hälften durch das Ueberschieben eines Stückes Kautschukrohr dicht verbunden.

Der eine Schenkel dieser Röhre *A* ist mit zwei Hähnen versehen. Der Schlüssel des mit *a* bezeichneten Hahnes läuft in einen kurzen Röhrenansatz aus und besitzt doppelte Durchbohrung, deren eine die Communication zwischen den beiden Röhrenschenkeln *A*

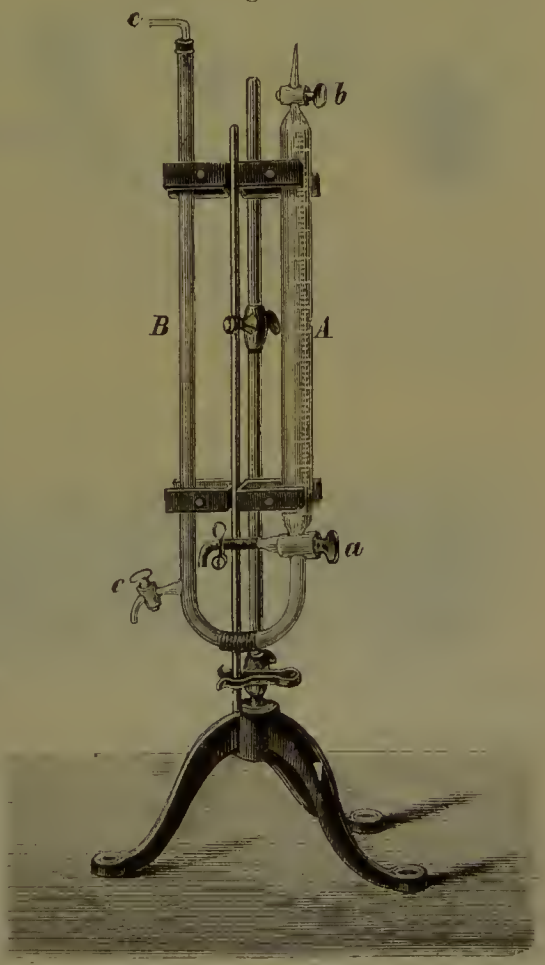
*) Fresenius, Ztsch. f. analyt. Chemie 1873. S. 78.

und *B* zu vermitteln vermag, während die andere in der Längsrichtung des Schlüssels geht und den Schenkel *B*, oder wenn nöthig auch *A* mit der äusseren Luft in Verbindung setzt. Ueber den Röhrenansatz des Schlüssels ist ein Stück Kautschukrohr, gesteckt, welches am unteren Ende ein Abflussrohr trägt und durch einen Quetschhahn abgeschlossen wird.

Der andere, am oberen Ende der Röhre *A* angebrachte Hahn *b* ist ein gewöhnlicher Hahn mit einfacher Durchbohrung. Der Inhalt des zwischen beiden Hähnen liegenden Röhrentheiles ist genau gemessen. Die Theilung ist eine durchgehende, beginnt bei *a* und erstreckt sich auf die in der Nähe der Hähne befindlichen Röhrenverjüngungen. Der Betrag des Gesammtinhaltes, welcher sich auf circa 100 Cubik-Centimeter, beispielsweise 108·7 Cubik-Centimeter, beläuft, ist ein- für allemal in die Röhre eingeätzt.

Während der Schenkel *A* zur Aufnahme eines gewissen Volums des zu untersuchenden Gasgemenges dient, ist der Röhrenschenkel *B* für die als Absorptionsmittel dienende Flüssigkeit bestimmt. Derselbe trägt im unteren Theile einen Abflusshahn *c* und ist an der oberen Mündung mit einer rechtwinklig gebogenen, leicht abnehmbaren Glasröhre *e* versehen, welche beim Neigen des Apparates den Ausfluss der Flüssigkeit verhindert. Die so armirte Schenkelröhre wird von einem eisernen Stativ mit vier Klammern getragen, welches so construirt ist, dass man derselben wechselweise verticale und horizontale Stellung zu geben vermag.

Fig. 46.

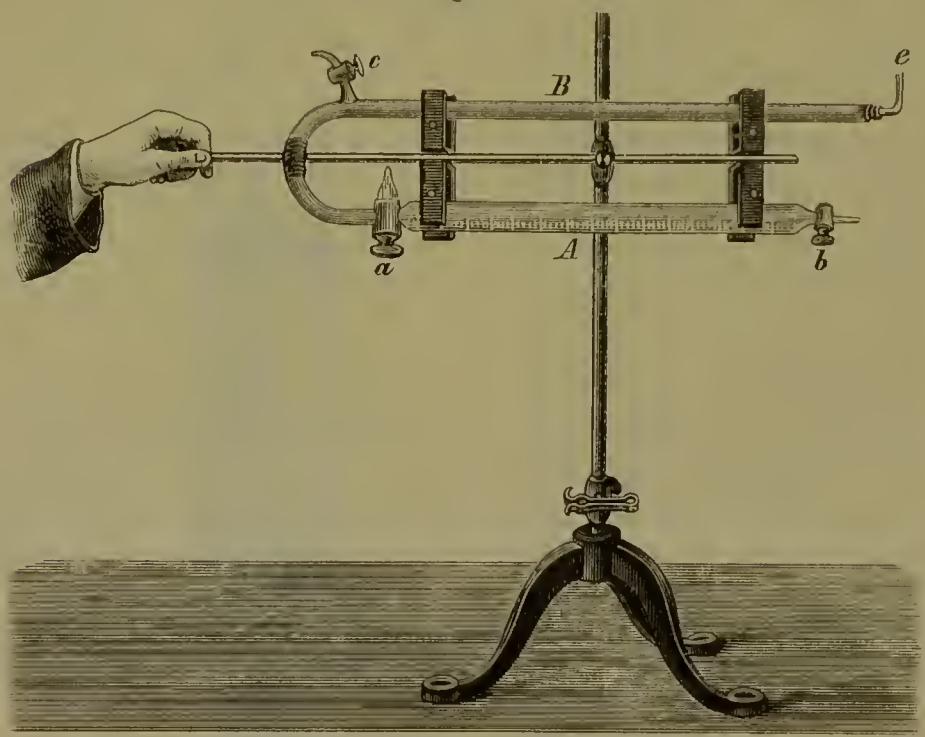


Will man mit Hilfe dieses Apparates irgend ein Gasgemenge der Untersuchung unterwerfen, so stellt man die Schenkelröhre zunächst vertical und saugt, nachdem die Hähne *a* und *b* geöffnet worden sind, mittelst eines Aspirators so viel und so lange von dem zu analysirenden Gase durch die Röhre, bis man sicher ist, dass sie sich völlig damit gefüllt hat, worauf beide Hähne geschlossen werden.

Für die Bestimmung eines jeden Bestandtheiles macht sich die Anwendung eines besonderen Gasquantums nöthig; deshalb ist es als zeitsparend sehr empfehlenswerth, ebensoviele Apparate aufzustellen, als man Bestandtheile zu bestimmen hat. Diese Apparate

werden dann durch Kautschukschläuche zusammengekoppelt, gleichzeitig voll Gas gesaugt und dann geschlossen. Man hat nun eine der Zahl der Apparate entsprechende Anzahl genau bestimmter Volumina des zu analysirenden Gases dicht abgeschlossen zur Verfügung und bestimmt in jedem einen Gasbestandtheil absorptiometrisch. Angenommen, es gälte die Zusammensetzung eines Gasgemisches quantitativ festzustellen, in welchem schweflige Säure. Kohlensäure, Sauerstoff, Stickstoff und Wasserdampf enthalten sind, Mit Ausnahme des Stickstoffgehaltes, welcher sich aus der Differenz ergibt, können sämmtliche Bestandtheile direct bestimmt werden, entweder nacheinander in demselben Apparate, oder zweckmässiger gleichzeitig, unter Anwendung von vier Apparaten. Alle Messungen

Fig. 47.



finden bei der Temperatur der umgebenden Luft statt und werden folgendermassen ausgeführt:

Den Schenkel *B* füllt man zunächst mit der als Absorptionsmittel dienenden Flüssigkeit und öffnet sodann den am Röhrenansatze des Hahnes *a* befindlichen Quetschhahn, bis die eingesackte Luft entwichen ist und das Ausflussröhrchen *d* sich mit Flüssigkeit zu füllen beginnt. Hierauf schliesst man den Quetschhahn wieder und nimmt das Ausflussröhrchen *d*, welches übrigens bei einiger Uebung entbehrlich ist ab. Sodann vervollständigt man die Füllung von *B* durch Nachgiessen von Absorptionsflüssigkeit und setzt das Schenkelrohr *e* auf. Gas und Feuchtigkeit sind jetzt nur noch durch den Hahnschlüssel *a* getrennt und eine Drehung desselben um 90° führt die Communication beider herbei. Sobald man diese bewirkt (Fig. 47), strömt die absorbirende Flüssigkeit in die Messröhre *A* ein. Wenn kein

Steigen derselben mehr merklich ist, gibt man dem Hahn *a* die frühere abschliessende Stellung und bringt die Schenkelröhre in horizontale Lage, so, dass die eingetretene Flüssigkeit längs der Röhrenwandung hinfliesst. Hierauf stellt man den Apparat wieder vertical und bewerkstelligt die Communication beider Röhrenschenkel auf's Neue; sofort dringt ein weiteres Quantum Flüssigkeit in die Messröhre ein. Dieses, die Operation ausserordentlich beschleunigende Wenden des Apparates setzt man unter jedesmaligem Abschliessen des Hahnes *a* so lange fort, bis kein weiteres Eindringen von Flüssigkeit mehr bemerkt werden kann, wozu eine Zeitdauer von 1 bis 2 Minuten erforderlich ist. Es gilt nun noch, die Flüssigkeit in beiden communicirenden Röhren gleich hoch zu stellen, was man durch den Hahn *c* bewerkstelligt. Das nach *A* eingetretene Flüssigkeitsvolum in Cubik-Centimetern ergibt, wenn man es mit 100 multiplicirt und durch den Gesammtinhalt der Messröhre *A* dividirt, den Gehalt des Gases an dem zu ermittelnden Gasbestandtheile, in Volumprocenten ausgedrückt. Um nun das obengedachte, in vier Absorptionsröhren enthaltene Gasgemenge von schwefliger Säure, Kohlensäure, Sauerstoff, Stickstoff und Wasserdampf mit einemmale zu analysiren, beschickt man die Röhre *B* jedes Apparates mit je anderen Absorptions-Flüssigkeiten. Man wendet z. B. an bei Apparat

1. Jodlösung und absorbirt schweflige Säure,
2. Aetzkalilösung und absorbirt schweflige Säure,
   + Kohlensäure,
3. Pyrogallussäure in Aetzkali und absorbirt schweflige Säure,
   + Kohlensäure,
   + Sauerstoff,
4. Schwefelsäure und absorbirt Wasser.

Aus der Differenz ergibt sich Stickstoff.

Indem man von Apparat zu Apparat geht, bewerkstelligt man die ganze Analyse in höchstens einer halben Stunde und erhält durch einige einfache Subtractionen ein für die Praxis hinlänglich genaues Bild von der Zusammensetzung des fraglichen Gases.

In ähnlicher Weise kann man bestimmen:

Kohlenoxyd	mit	Kupferchlorür;
Chlor	„	Kupferchlorür;
Ammoniak	„	verdünnter Schwefelsäure;
Stickoxyd	„	schwefelsaurem Eisenoxydul;
Salpetrige Säure	„	concentrirter Schwefelsäure;
Chlorwasserstoff	„	Aetzkalilösung;
Aethylengas	„	concentrirter Schwefelsäure u. s. w., u. s. w.

Durch Anbringung von Correctionen für Temperatur und Luftdruck, Tension des Wasserdampfes werden die Resultate richtig gestellt. Um in die Winkler'schen Apparate die zu untersuchende Luft anzusaugen, bedient man sich der Aspiratoren.

b) Kohlenoxyd.

Das nicht seltene Auftreten von Kohlenoxydgas bei der Heizung macht mitunter eine Nachweisung desselben in der Zimmer-

luft nothwendig. Eine quantitative Bestimmung des Kohlenoxyds in der Zimmerluft auf gasanalytischem Wege gehört aber bei dem durchwegs sehr geringen Gehalt in derselben bis jetzt fast zu den Unmöglichkeiten. H. W. Vogel hat deshalb vorgeschlagen*), zum Zwecke der Nachweisung von Kohlenoxyd in der Luft die bekannte Thatsache zu verwerthen, nach welcher Kohlenoxyd den Sauerstoff der rothen Blutkörperchen verdrängt, das Blut mehr oder weniger entfärbt und so das normale Blutspectrum ändert.

Man entleert nach Vogel in einem auf Kohlenoxyd zu untersuchenden Zimmer eine mit Wasser gefüllte Flasche von 10 Cubik-Centimeter Inhalt und gibt 2 bis 3 Cubik-Centimeter eines stark mit Wasser verdünnten Blutes (1 Tröpfchen vom eigenen Körper) hinzu, welches eben nur noch einen Stich in's Rothe, dabei aber die Absorptionsstreifen des Oxyhämoglobins im Spectroskop bei Reagenzglasdicke zeigt. Schüttelt man diese Lösung mit der Luft nur 1 Minute, so tritt bei Anwesenheit von Kohlenoxydgas eine Farbenveränderung des Blutes hervor und die Absorptionsstreifen werden blasser, verwaschener und ein wenig mehr nach links gerückt als bei reinem Blut. Die durch das Kohlenoxydgas hervorgerufene Veränderung des Blutes tritt noch deutlicher hervor, wenn man 3 bis 4 Tropfen Schwefelammon zusetzt. Ist das Blut kohlenoxydhaltig, so werden die beiden Blutbänder durch Zusatz von Schwefelammonium nicht verändert, während die Streifen des normalen Blutes in ein einziges breites Band übergehen und verschwinden. Das Reductionsmittel (ausser Schwefelammon auch Zinnchlorür, oder die Stokesflüssigkeit: Eisenvitriollösung, Weinsäure und Ammoniak) nimmt nämlich die Streifen des Sauerstoff-Hämoglobins weg, lässt aber die des Kohlenoxyd-Hämoglobins unberührt.

Vogel gibt an, dass sich bei 0·25% Kohlenoxyd letzteres noch deutlich nachweisen lasse. Weiter spricht sich Vogel und in neuer Zeit auch Wolffhügel**) dahin aus, dass eine Luft, die in 100 Volumen weniger als 0·25 Volumen Kohlenoxyd enthält, als vom gesundheitlichen Standpunkt unbedenklich angesehen werden dürfe. Es würde demnach die Vogel'sche Blutprobe für alle die Hygiene interessirenden Fälle ausreichen.

Fodor dagegen folgert aus seinen eingehenden Versuchen über Kohlenoxyd, dass es nicht gerechtfertigt ist, als Grenze für die Gesundheitsschädlichkeit dieses Gases die spectroskopische Reaction zu betrachten, denn das Spectroskop weist das Kohlenoxyd erst dann im Blute nach, wenn es darin in einer beinahe schon vergiftenden Menge vorhanden ist. Fodor beweist, dass ein 1·5 per Mille überschreitender Kohlenoxydgehalt für die Gesundheit jedenfalls schon gefährlich ist, dass auch eine Luft mit 0·5 per Mille Gehalt an Kohlenoxyd, längere Zeit hindurch eingeathmet, ebenfalls nachtheilig wirke, ja dass das Kohlenoxyd selbst noch bei einer Verdünnung von 0·04 per Mille vom Organismus aufgenommen werde.

Fodor empfiehlt demnach das bereits früher von Böttger und Eulenburg vorgeschlagene Palladiumchlorid, welches auf Kohlenoxyd

*) W. Vogel in Ber. der chem. Gesellschaft 11., S. 235, und 10., S. 794.
**) Wolffhügel, Zeitschrift für Biol. 14., S. 506.

ungemein empfindlich reagirt, bei Kohlenoxyd-Untersuchungen zu verwenden.

Der qualitative Nachweis von Kohlenoxyd in der Luft lässt sich in bequemer und einfacher Weise nachfolgend liefern: Man taucht*) feines Filtrirpapier in neutrale Palladiumchlorürlösung, die auf 100 Centimeter Wasser circa 0·2 Milligramm Palladiumchlorür enthält. Das getrocknete Papier ist leicht bräunlichgelb gefärbt. Man schneidet daraus Streifen von der Form und Grösse des gebräuchlichen Ozonpapiers.

Eine 10 Liter haltige Flasche wird mittelst eines Blasebalges mit der zu prüfenden Luft gefüllt. Am Boden der Flasche befinden sich einige Cubik-Centimeter reines Wasser; hierauf wird das an einem Platindraht befestigte und vorher mit destillirtem Wasser befeuchtete Reagenzpapier in die Flasche gebracht und diese verkorkt. Eine Luft mit 0·5 per Mille Kohlenoxyd verursacht bereits nach etlichen Minuten ein schwarzes glänzendes Häutchen an der Oberfläche des Reagenzpapiers; dasselbe tritt in einer Luft mit 0·1 per Mille Kohlenoxyd nach 2 bis 4 Stunden, bei 0·05 per Mille Kohlenoxyd nach 12 bis 24 Stunden auf. Wird das Papier aus der Flasche genommen und getrocknet, so zeigt es eine schwarzgraue Farbe; hat aber die untersuchte Luft kein Kohlenoxyd enthalten, so ist die Farbe unverändert geblieben.

Man kann auch das Kohlenoxyd der Luft dadurch nachweisen, dass man eine grössere Menge derselben (mindestens 10 Liter) im langsamen Strome in einen Kugelapparat durch die neutrale Palladiumchlorürlösung leitet; es entsteht, falls die Luft Kohlenoxyd enthält, auf der Oberfläche des Reagenz ein glänzendes schwarzes Häutchen, während kohlenoxydfreie Luft keinerlei Veränderungen verursacht.

Aus dem Blute kann man das Kohlenoxyd durch Ansäuern mit verdünnter Schwefelsäure und Erwärmen austreiben und dann in einer Palladiumchlorürlösung bestimmen. Zu diesem Zwecke bringt Fodor das Blut in einen kleinen Kochkolben, in welchen durch den Stöpsel zwei Glasröhren hindurchgehen. Das eine Rohr reicht bis an den Boden der Flasche und dient zur Einleitung der Luft, deren eventuelles Kohlenoxyd durch vorgelegte Palladiumchlorürlösung abgehalten wird. Die andere Glasröhre führt vom Halse des Kolbens durch essigsaures Blei, dann durch verdünnte Schwefelsäure (um allfällige Kohlenwasserstoffe, Ammoniak und Schwefelwasserstoff zu entfernen) zu ein bis zwei U-förmigen Röhren mit je vier Kugeln, welche Palladiumchlorürlösung enthalten. Der Kolben wird auf ein Wasserbad gesetzt und das Blut darin $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde lang auf 90° bis 95° C. erwärmt erhalten. Während des Erwärmens und häufigen Aufschüttelns des Kolbeninhaltes wird durch den ganzen Apparat ein Luftstrom möglichst langsam respirirt. Fodor's Versuche haben gelehrt, dass noch weniger als $^1/_{10}$ Cubik-Centimeter im Blute enthaltenes Kohlenoxyd mit Hilfe dieser Methode bestimmt nachgewiesen werden konnte.

*) Fodor, Vierteljahrschrift für öffentl. Gesundheitspflege 1880, S. 22.

Zum Gelingen der Kohlenoxyd-Reaction mit Palladiumchlorür ist die richtige Darstellung des Reagenz sehr wichtig. Man löst 5 Theile Palladiummetall in Königswasser auf und dampft im Wasserbade bis zur Trockene ein. Um die Salpetersäure zu zerstören, übergiesst man die trockene Masse noch einigemale mit Salzsäure und dampft wieder ab; man wiederholt diese Operation so lange, bis sich Dämpfe von Untersalpetersäure nicht mehr zeigen; die trockene Masse wird schliesslich in 96 Theilen Wasser gelöst. Die Lösung muss die Farbe eines dunklen Madeiraweines haben, wenn sie zur Kohlenoxydbestimmung dienen soll.*)

Die Palladiumreaction eignet sich nach Fodor auch für die quantitative Bestimmung des Kohlenoxyds. Leitet man nämlich ein kohlenoxydhaltiges Gasgemenge, dem etwaiges Ammoniak und etwaiger Schwefelwasserstoff schon vorher entzogen wird, im langsamen Strom (beiläufig mit der Schnelligkeit von stündlich 150 bis 200 Cubik-Centimetern) über eine Palladiumchlorürlösung hinweg, so wird das Kohlenoxyd vollständig zersetzt und es scheidet sich eine dem Aequivalent des Kohlenoxyds entsprechende Menge Palladium metallisch aus, so dass sich das Gewicht des Palladiums zu dem des Kohlenoxyds wie 53·24 zu 14 verhält. Man braucht demnach nur die Menge des ausgeschiedenen Palladiums zu bestimmen, um jene Kohlenoxydmenge zu erfahren, welche in der zur Untersuchung gelangten Luftmenge enthalten ist.

Die Menge des ausgeschiedenen Palladiums bestimmt Fodor mit Jodkalium nach folgender Art:

Von reinem Jodkalium werden 1·486 Gramm zu 1 Liter destillirten Wassers gelöst. Die verdünnte, saure Palladiumlösung wird im Wasserbade erwärmt und dann aus einer Glashahnbürette Jodkalium so lange zugesetzt, als sich eine merkliche braune Wolke bildet. Unter Umschütteln und Erwärmen scheidet sich schwarzes Palladiumjodid ab und die Flüssigkeit klärt sich. Nun wird neuerdings Jodkalium tropfenweise zugesetzt, so lange die Wolkenbildung noch erkannt wird. Ist das nicht mehr der Fall, so wird ein wenig auf ein reines angefeuchtetes Filter gegossen und in einem Probirröhrchen aufgefangen. Wird in letzterem durch einen Tropfen Jodkalium noch eine starke Trübung erzeugt, so kann der ursprünglichen Lösung noch mehr Jodkalium zugesetzt werden. Den Inhalt der Eprouvette und die vom Filter mit etwas destillirtem Wasser abgespülten Massen giesst man in die Lösung zurück. Nachdem erwärmt und aufgeschüttet worden, filtrirt man neuerdings etliche Cubik-Centimeter in ein Proberohr und prüft mit zwei Tropfen Jodkalium. War jetzt die Trübung nur gering, so dürfen blos ein bis zwei Tropfen Jodkali der ursprünglichen Lösung zugesetzt werden, die dann auf dieselbe Art von Neuem geprüft wird. Auf diese Weise ist der letzte Tropfen der Jodkaliumlösung, welcher noch eine Trübung, und der erste, welcher keine mehr

*) Eulenberg, Gewerbehygiene. Berlin 1876. S. 352.

gab, leicht zu finden; ersterer bildet die Grenze des verbrauchten Jodkaliums.

Die Schlussprobe kann dadurch empfindlicher gemacht werden, dass man etwas mehr filtrirt und den Eintritt oder das Ausbleiben der Bräunung auf einer weissen Unterlage prüft. Jedem Cubik-Centimeter verbrauchter Jodkalilösung entspricht 0·1 Cubik-Centimeter Kohlenoxyd.

Bringt man nun das Luftquantum, welches die gefundene Kohlenoxydmenge enthielt, oder die Blutmenge, aus der das gefundene Kohlenoxyd ausgetrieben wurde, in Berechnung, so erhält man den relativen Gehalt der Luft oder den absoluten des Blutes an Kohlenoxyd.

c) Leuchtgas.

Da in Folge der immer allgemeiner werdenden Verbreitung der Gasbeleuchtung die Zahl der Fälle sich mehrt, bei denen Leuchtgasausströmungen schwere Gesundheitsbeschädigungen oder den Tod von Personen zur Folge haben und die Feststellung des Thatbestandes nicht selten dem Sanitätsbeamten obliegt, so muss er mit der Methode des Nachweises des Leuchtgases vertraut sein.

Zum Erkennen des Leuchtgases in der Luft ist die sinnliche Wahrnehmung, die Geruchsempfindung meist ausreichend. Wenn in 1000 Raumtheilen Luft nur 1·5 Theil Leuchtgas vorhanden ist, so wird das bereits durch den Geruch bemerkt. Doch kann man auch chemische Reagentien zum Nachweis des vorhandenen Leuchtgases in der Zimmerluft benützen. Das Leuchtgas gibt sich durch seine Verunreinigungen zu erkennen; aspirirt man die Luft und leitet sie durch absoluten, mit Ammoniak gesättigten Alkohol, dem man eine concentrirte wässerige Lösung von Bleiacetat im Verhältniss von 1 : 2 zusetzt, so zeigt ein gelbrother, später brauner Niederschlag das Vorhandensein von Schwefelverbindungen an. Leitet man die Luft durch eine heisse Auflösung von Bleioxyd in Kalilauge, so bildet sich ein schwarzer Niederschlag von Schwefelblei. Durch Palladiumchlorür kann man das im Leuchtgas enthaltene Kohlenoxyd erkennen. Lässt man die leuchtgashaltige Luft über einen mit einer Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul getränkten Fliesspapierstreifen strömen, so wird derselbe beim Vorhandensein von Ammoniak braun bis schwarz; ein Tropfen Salzsäure hebt die Schwärze auf, indem sich Calomel bildet.

Luftstaub.

Während verunreinigende Gase nur unter vereinzelten localen Verhältnissen in bedeutsamer Menge in der Luft aufgefunden werden, finden sich suspendirte Körper in der Luft selbst auf Punkten, die dem Treiben der Menschen und der meisten Thiere und Pflanzen weit entrückt sind. Die Anwesenheit der in der Luft suspendirten Körperchen ist Jedermann durch die glänzenden Partikelchen, die man in den Sonnenstrahlen wahrnimmt, bekannt. Experimente, bei welchen verschiedene, auch hoch gelegene Luftschichten durch

elektrisches Licht beleuchtet wurden, haben die beinahe absolute Allgemeinheit der Verbreitung des Staubes in der Luft dargelegt.

Ueber die Verbreitung gewisser Kategorien von Luftstaub kann man sich eine Vorstellung machen, wenn man erwägt, dass es ganz ungewöhnlich ist, bei spectralanalytischen Beobachtungen die gelbe Linie des Natriums nicht zu sehen, d. h. eine Luft vor sich zu haben, die frei von natriumhaltigem Staub ist.

Das Moment, welches die Staubtheilchen in die Luft erhebt und sie, wenn sie specifisch noch so leicht sind, dort schwebend erhält, ist die fortwährende Bewegung der Atmosphäre nach verschiedenen Richtungen, durch Wind, Diffusion, Wasserverdunstung und locale Temperaturdifferenzen bedingt.

Die stärkeren Luftströmungen vermögen auch grössere Partikelchen zu tragen und weit mit sich fortzureissen. So z. B. fällt, wie beobachtet wird, auf die Gestade Portugals und Nordwestafrikas ein Staubregen, der Reste von Algen oder Infusorien enthält, die theils lebend, theils fossil nur in den Steppen von Südamerika gefunden worden sind. Und so kann man sagen, dass es eine Solidarität des Luftstaubes für alle Gegenden der ganzen Erde gibt, dass Tropenstaub an die Pole kommen könne.

Freilich lässt sich erwarten und bestätigt sich auch, dass die Luftschichten je näher sie den stauberzeugenden Flächen liegen, desto mehr Gelegenheit finden, Staub aufzunehmen.

Auf den in die Luft gelangten Staub wirken Umstände, die seine Ausscheidung aus der Atmosphäre und sein Ablagern auf die Erdoberfläche veranlassen. Je weniger bewegt die Luft ist, desto mehr setzen sich zuerst die gröberen, specifisch schwereren, dann die feineren Theilchen zu Boden. Räume, in denen die Luft sehr ruhig bleibt, oder ihre Geschwindigkeit verlangsamt, wie unsere Wohnräume, befördern ganz besonders das Ablagern von Staub und sind deshalb als Staubfänge anzusehen. Regen, Schnee und Thau schlägt den Luftstaub nieder und reinigt so die Luft.

Die Qualität und Zusammensetzung des Staubes hängt zunächst von den ursprünglichen Flächen ab, von denen er stammt. Die fortwährenden Veränderungen der Dinge und Wesen auf unserer Erde liefern den verschiedenartigsten Detritus und deshalb finden wir im Luftstaub Partikelchen von der variabelsten chemischen und physikalischen Zusammensetzung. Sehr häufig wird Kochsalz gefunden, das offenbar mit dem Wasserdampf und dem Wasserstaub von der Meeresfläche emporgerissen und mit den Seewinden dem Continent zugetragen wird. Der Strassenstaub besteht aus mehr oder weniger grossen Körnchen und Splitterchen jener Gesteinsarten, aus denen das Pflaster, die Mauern, die Dächer bestehen, aus Sand, trockenem Pferdemist oder sonstigem Unrath. Man findet weiter in ihm Kohlentheilchen, dem Russ der Feuerungen entstammend, Haare, Woll- und Baumwollfasern, zumeist durch Abnützung der Kleider entstanden, Stärkezellen, Eisentheilchen etc. in grosser Fülle. Aber auch die seltensten und werthvollsten Stoffe trifft man im Strassen-

staub der Städte an, selbst Gold und Silber. (Münzen verlieren nach zehnjährigem Umlauf bis 2% an Metallwerth.) Die Pflanzenwelt liefert Staub, welcher Samen, Sporen, Keime und Pollen oder Pflanzendetritus und Zerfallsproducte enthält. Das Thierreich gibt Staub, der aus Epithel, Eiterzellen, eingetrockneten Se- und Excreten, Partikelchen unveränderter verwesender, oder verwester Körpergewebe u. s. w. besteht.

Die Bedeutung der staubförmigen Elemente der Luft hängt zunächst von der jeweiligen Natur der Staubpartikelchen und der Dauer der Einwirkung des Staubes ab. Vorübergehende Einwirkungen chemisch indifferenten Staubes, wie es wenigstens seiner Hauptmasse nach der Luftstaub ist, werden meist ohne Nachtheil vertragen; wir besitzen gegen diese unvermeidlichen Ingesta eine gewisse Widerstandskraft. Dagegen ist die andauernde Einwirkung von Staub, wenn er auch aus chemisch und physiologisch indifferentem Stoff besteht: Kohle, Kieselerde u. s. w. der Gesundheit schädlich. Bei einer grossen Zahl verschiedener Gewerbebetriebe findet eine fortwährende Entwicklung von Staub gleichartiger Beschaffenheit: Kohle, Kiesel, Kalk u. s. w. statt. Es ist sichergestellt, dass dann die staubförmigen Elemente mit der eingeathmeten Luft in die Respirationsorgane gelangen und sobald sie bis zu einer bestimmten Menge eingelagert sind, allerlei Lungenkrankheiten: Anthracosis, Siderosis, Chalicosis, bedingen. Zahlreiche Sectionen von Kohlen- und Eisenarbeitern zeigen, dass die massige Anhäufung der entsprechenden Staubtheilchen direct zur Todesursache wird. Die chemische oder physiologische Qualität des Staubmaterials bringt ausserdem Störungen specifischer Art mit sich. (Hierüber wird in der Gewerbehygiene Weiteres erörtert.)

Organismen im Luftstaub.

Eine ganz besonders hohe Bedeutung für die Gesundheit wird den organischen Staubpartikelchen der Luft zugeschrieben. Obwohl die weitaus grösste Mehrzahl derselben für unser Wohlbefinden gewiss ganz bedeutungslos ist, was schon daraus hervorgeht, dass wir stündlich eine zahllose Menge organischer und organisirter Partikelchen ohne Schaden mit der Luft einathmen, so wird es doch immer mehr und mehr wahrscheinlich, dass die Entwicklung vieler ansteckender Krankheiten in einem ursächlichen Zusammenhange mit gewissen organischen staubförmigen Bestandtheilen der Luft stehe.

Unser Wissen über die Natur und Bedeutung dieser Krankheitskeime ist aber bis jetzt sehr mangelhaft. Auch der ursprüngliche Erzeugungsboden dieser Organismen und die Bedingungen, unter welchen sie sich von diesem loslösen und in die Luft gelangen, sind noch nicht genügend erforscht. Am Körper der Kranken, in ihrem Blute, besonders aber in den Leichen hat man bereits bei einer grossen Anzahl von ansteckenden Krankheiten Organismen gefunden und auf diese Befunde die weitgehendsten Schlüsse ge-

baut. Die Untersuchung der Krankenhausluft hat dagegen nur sparsame Errungenschaften aufzuweisen.

Selbst die Morphologie der in der Luft auftretenden organisirten Gebilde (Bacterien, Monaden, Vibrionen, Mikroeoccen) ist noch in kein völlig brauchbares System gebracht und ein Chaos zahlloser, oft genug einander widersprechender Beobachtungen und Experimente über das Wesen und Leben dieser Mikroorganismen macht eine Klarstellung der Bedeutung dieser Körper für die Gesundheit bis jetzt schwierig.

Nur solche organisirte Wesen können Bestandtheile des Luftstaubes sein, denen eine ausserordentliche Kleinheit zukommt. Thatsächlich sind die als Luftstaub in Betracht kommenden Organismen von so geringer Grösse, dass sich ihr Bau nur mit Hilfe des Mikroskopes näher erkennen lässt.

Viele der in der Luft schwebend vorkommenden Organismen sind Pilze. Sie nehmen die niedrigste Stufe der organischen Welt ein. Zu den Pilzen gehört eine grosse Zahl überaus winziger, einen sehr einfachen Zellenbau zeigender Organismen, welche sich durch eine ganz erstaunliche Vermehrungsfähigkeit auszeichnen, so dass sie ihrer Individuummenge nach nicht nur alle anderen Pflanzen, sondern überhaupt sämmtliche Lebewesen weit übertreffen und im Haushalte der Natur immense Wichtigkeit erlangen. Doch nicht nur allein ihre Zahl, auch noch andere Umstände machen sie bedeutsam.

Alle höheren Pflanzen lassen, einschliesslich der Algen, sind chlorophyllhaltig. Bei letzteren ist freilich das Chlorophyll durch gelbe, braune und rothe Farbstoffe mehr oder weniger getrübt, allein es ist doch vorhanden. Bei den Pilzen dagegen, der niedrigsten Classe der Pflanzenwelt, ist dieser grüne Farbstoff bis auf die letzte Spur verschwunden. Nur mit Hilfe des Chlorophylls aber ist es den grünen Pflanzen möglich, ihre Nährstoffe selbst aus der unorganischen Natur zu bereiten, indem ihre grünen Theile beim Sonnenlicht die Kohlensäure der Luft einathmen, zersetzen, den Kohlenstoff als Grundelement zum Aufbau ihrer Organe benützen und dabei gleichzeitig die nöthigen mineralischen Bestandtheile, in Wasser gelöst, aus dem Boden aufnehmen; die Pilze dagegen sind unfähig, sich in dieser Weise zu ernähren, sie haben bereits vorgebildete organische Substanzen nöthig, wenn sie gedeihen sollen. Sie sind also von Haus aus rechte Schmarotzer, welche auf fremde Kosten ihr Dasein erhalten.

Wenn wir vorerst von den Schizomyceten (Bacterien, Spaltpilzen) absehen, so geht die Entwicklung der Pilze, wie bei allen Kryptogamen, von den Sporen aus, die besonders bei ihnen in erstaunlicher Mannigfaltigkeit gebildet werden. Die Sporen keimen bei günstigen Bedingungen und entwickeln einen oder mehrere zarte Schläuche, die sich rasch verlängern, verästeln und so ein System von unzähligen Seitenzweigen (Hyphen) erzeugen, wodurch ein fadenförmiges Geflecht von Hyphen, das Mycelium, sich bildet, welches sich in und auf dem Nährboden der Pilze verbreitet, zu-

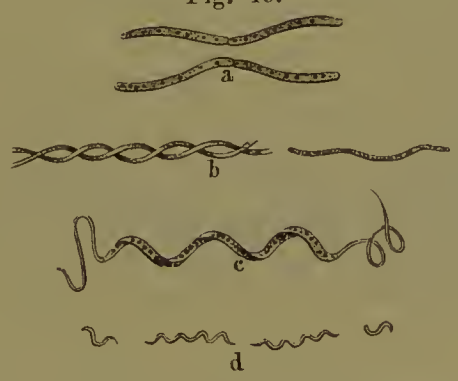
weilen auch knollenförmige Körper (Sklerotien, z. B. beim Mutterkorn) bildet. Aus dem Myceliun entspringen die Fruchtträger, meist aufrechte, einfache oder verzweigte Hyphen. Zur Fruchtbildung scheint den meisten Pilzen das Tageslicht, und wenn es auch dessen kümmerlichster Zutritt wäre, ein Bedürfniss zu sein. De Bary schätzt die Anzahl der verschiedenen Arten der Pilze auf 150.000.

Ueber die Entwicklungsgeschichte und systematische Stellung der verschiedenen Pilzfamilien und Pilzgattungen herrscht noch eine grosse Unsicherheit, die zum Theil darin beruht, dass sowohl der vegetative Körper (das Mycel) der Pilze für sich, d. h. ohne Fructificationsorgane, als auch einzelne Theile des letzteren, namentlich die Sporen, vielfach morphologisch zu wenig charakteristisch sind, um die Diagnose der Species zu sichern. Diese Unsicherheit hängt weiter zusammen mit der Pleomorphie mancher kryptogamen Wesen, vermöge deren dieselbe Species nicht lediglich nach einem cyklischen Gesetze, sondern auch nach äusseren Bedingungen,

Fig. 48.

a Bacterium termo, frei; *b* in Zooglöaform; *c* B. Lincola.

Fig. 49.



a Vibrio Rugula; *b* Vibrio serpens; *c* Spirillum volutans; *d* Sp. tenue.

welche nicht vollkommen erforscht sind, unter sehr verschiedener Form auftreten kann.

Von den eigentlichen Pilzen hat man eine Abtheilung, deren Stellung im System noch nicht sicher ist, getrennt: die Bacterien oder Schizomyceten.

Die Bacterien unterscheiden sich von den eigentlichen Pilzen, welche sich durch Spitzenwachsthum vermehren, dadurch dass bei ihnen die Fortpflanzung ausschliesslich durch Quertheilung stattfindet. Die Bacterien sind die kleinsten und einfachsten aller existirenden Wesen. Sie sind chlorophylllose Zellen von kugeliger, oblonger oder cylindrischer, mitunter gedrehter oder gekrümmter Gestalt (Fig. 48 und 49).

Die Vermehrung der Bacterien geschieht durch Quertheilung; die Zellen strecken sich auf ihre doppelte Länge, dann schnürt sich das Plasma in der Mittellinie ein und theilt sich in zwei Hälften, welche durch eine Scheidewand von Zellstoff getrennt werden. Jede Tochterzelle theilt sich dann in sehr kurzer Zeit von Neuem und so vermehrt sich die Bacterie in erstaunlichem Maasse. Die einzelnen

Zellen trennen sich sofort, oder sie bleiben einige Zeit hindurch miteinander verbunden und bilden einreihige Zellketten von 2, 4, 8 oder mehr Gliedern. Unter Umständen bleiben diese einzelnen Generationen auch dadurch verbunden, dass sie ihre Zellenmembrane zu gallertartiger Intercellularmasse aufquellen, elastische, biegsame Schleimmassen bilden, in welchen die Bacterien eingelagert sind. Diese Zooglöamassen (Fig. 48b) sind schon mit blossem Auge als farblose, in eisenhaltigem Wasser von mitgefälltem Ferrihydrat rothbraune oder auch wohl von Schwefeleisen geschwärzte Flöckchen sichtbar, welche sich an der Oberfläche oder am Boden absetzen. Die in dieser Gallerte eingebetteten Bacterien vermehren sich, schlüpfen unter Umständen heraus und schwimmen dann frei umher. Die Faden- und Schraubenbacterien kommen nicht in diesem Zooglöazustande vor, sondern nur frei zerstreut oder in mehr oder weniger dichten Schwärmen.

Sind in einer Flüssigkeit die Nährstoffe erschöpft, so hört die Vermehrung der Bacterien auf; die Organismen setzen sich allmälig am Boden des Gefässes als weisse Schicht ab und die Flüssigkeit wird klar. Nach Zusatz von Nahrungsstoff beginnt die Vermehrung der Bacterien jedoch von Neuem und die Flüssigkeit wird wieder trübe. Bei Gegenwart von Sauerstoff, hinreichender Nahrung und passender Temperatur bewegen sich die meisten Bacterien durch Rotation um ihre Längenachse, nicht durch Schlängelungen. Bacterien im Zooglöazustande sind jedoch bewegungslos und bei den Kugelbacterien und einigen Fadenbacterien ist noch niemals eine Bewegung wahrgenommen worden.

Die Keime der Bacterien müssen überall verbreitet sein. Denn wo immer man pflanzliche oder thierische Abgüsse aller Art sich selbst überlässt, so bemerkt man schon nach Verlauf eines Tages, wie sie sich trüben, wie sie undurchsichtig werden, und wie in der Flüssigkeit unter Entwicklung übelriechender Gase eine lebhafte Zersetzung stattfindet. Im weiteren Verlaufe scheiden sich Flocken ab, noch weiter sammeln sich diese zu einer schleimigen Haut auf der Oberfläche und endlich sinkt diese Haut als trübe Schicht zu Boden; der üble Geruch der Flüssigkeit ist kaum noch bemerkbar. Der beschriebene Vorgang ist der Process der Fäulniss.

Trotz ihrer Einfachheit zerfallen jedoch die Bacterien in eine grössere Anzahl von formbeständigen Arten, deren jede sich durch Erregung eines anderen Zersetzungs- oder Fermentationsprocesses auszeichnet. Eigenthümlich gereihte kurzzellige Fädchen bilden den Essigpilz, der die Umwandlung des Alkohols in Essig hervorruft, runde Kügelchen erzeugen die Milchsäure, langzellige Fäden die Buttersäure. Dass es wirklich die Bacterien sind, welche diese Zersetzungen hervorrufen, dafür spricht der Umstand, dass dann, wenn man die Bacterien fernhält und die vorhandenen durch Kochen tödtet, in keinem Falle der specifische Zersetzungsprocess zu Stande kommt.

Die Pilze entziehen, da sie wegen ihres Chlorophyllmangels ausser Stande sind, Kohlensäure zu assimiliren, ihre Nahrung theils lebendigen, theils abgestorbenen Pflanzen und Thieren. Hiedurch erleidet der von ihnen befallene Organismus wesentliche Veränderungen, und zwar wird der abgestorbene Organismus rascher dem Zerfall (durch Fäulniss oder Verwesung) zugeführt, während der lebende Organismus Alterationen erfährt, die für sein Gedeihen und sein Leben oft vom einschneidendsten Einfluss sein können.

Die Pilze sind es, die durch ihr Leben und durch ihre Vermehrung die Fäulniss und Verwesung bedingen, hiedurch den rasehen Stoffumsatz in der Natur fördern, zur schnellen Zersetzung und Auflösung des Abgestorbenen in einfache Elemente wesentlich beitragen, demnach all' das, was sein Leben verloren hat, wieder der Natur zurückgeben und so Raum für eine neue Welt sehaffen.*)

Zu jenen Pilzen, welche leblose organische Substanzen bewohnen, gehören die versehiedenen Schimmelpilze, die auf feuchtem Leder, auf schmutzigen Mauern, auf Obst, auf Speisen und Fruchtsäften, auf faulenden Baumstämmen und thierischen Cadavern so häufig zu finden sind. Ihre Wucherung führt zur Verderbniss unserer Speisen und Getränke, zur Zerstörung des Substrates, das sie befallen haben. Manehe dieser Pilze wirken in der verderblichsten Weise. Welch' enormen Schaden richtet nur allein der gefürchtete Hausschwamm an, sobald er sich in feuchtem Bauholz einmal eingenistet hat. In kurzer Zeit durchzieht sein Mycel in weissen Bändern oder dicken Strängen weithin das Holzgewebe des stärksten Balkens, entwiekelt wohl auch an einzelnen Stellen seinen lappigen, unterseits braunen Fruchtkörper und macht das Holz mürbe und brüehig.

Das Leben vieler Pilze erweist sich andererseits überaus nützlich. Ohne Hefepilze und ohne Gährpilze, welche im Traubensaft und Würze, im Zucker und in stärkehaltigen Früehten in's Unbegrenzte sich vermehren, würden eine Menge von Getränken, deren Genuss tägliches Bedürfniss geworden ist, würden Bier, Wein, Presshefe und Spiritus unbekannt sein.

Von überaus grosser Bedeutung sind diejenigen Pilze, die nieht abgestorbene oder leblose Materie verzehren, sondern lebendige Organismen befallen, Pflanzen und Thiere.

Derartige Parasiten sind in allen Pflanzenorganen anzutreffen, weder Wurzel noeh Stamm, weder Blätter noch Rinde, weder Blüthen noch Früchte maehen eine Ausnahme. Wo sie sieh ansiedeln, verursachen sie zuerst Localerseheinungen; auf den Blättern erscheinen sie als Fleeken, Verfärbungen, Anschwellungen; auf Stämmen bilden sie Pusteln, sprengen die Rinde rissförmig auseinander, worauf ihre verschiedenen Fructificationsorgane in versehiedener Form siehtbar werden. So erzeugen sie auf den von ihnen befallenen Pflanzen Krankheiten, die vorerst den Aussehlagskrankheiten vergleichbar und anfangs local sind, später aber zu Allgemeinerseheinungen führen.

*) Ich folge hier der Darstellung Eidam's, Nutzen und Schaden der niederen Pflanzenwelt. Breslau 1880.

Die verschiedenen Rostpilze: der Rost des Getreides, der Erbse, der Obstbäume, der Rosenblätter u. s. w. sind solche Pilzkrankheiten. Ueberhaupt ist die Zahl der durch Pilze hervorgebrachten Pflanzenkrankheiten eine überaus grosse.

Ebenso wie die Pflanzen werden auch die Thiere in Folge von Pilz-Invasion krank. Insbesondere werden Insecten von verschiedenen Pilzen befallen. Schon Goethe bemerkte bei unseren Stubenfliegen eine Krankheit, wobei er die Thiere einen Tag nach dem Tode rings von einem weisspulverigen Hof umgeben vorfand. Heute weiss man, dass es sich hiebei um einen Pilz handelt, der in Form zarter Schläuche im Fliegenkörper wuchert. Jeder Schlauch entwickelt an der Spitze eine Kugel, er schwillt immer mehr auf, platzt endlich und schleudert die Kugel einer Bombe gleich von sich. Die Kugel ist eine Spore, und indem gleichzeitig alle Schläuche ihre Sporen abschleudern, entsteht jener weisse Hof, den wir im Herbst häufig am Fenster beobachten können. Käfer, besonders Maikäfer, Schmetterlinge, Raupen, namentlich Seidenraupen, gehen häufig massenhaft durch Epidemien zu Grunde, welche auf Pilzwucherungen in diesen Thieren zurückgeführt werden müssen. (Eidam.)

Ebenso ist es mit Sicherheit nachgewiesen, dass der Mensch durch Invasion und Wucherung von Pilzen erkrankt. Was man Schwämmchen, Soor oder Aphten nennt, ist ein Entzündungsherd, den das Leben eines hefeartig sprossenden Pilzes verursacht. Der Favus oder Erbgrind, verschiedene Flechtenformen, Herpes und Pityriasis sind ebenfalls parasitische Hautkrankheiten des Menschen, von Pilzen verursacht. Bei gewissen Entzündungskrankheiten des Ohres, auf der Fläche brandig abgestorbener Körpertheile finden sich oft Schimmelpilze, welche durch ihr Wachsthum Reizungszustände bedingen.

Mit Rücksicht auf diese Thatsachen und mit Bezug auf das eigenthümliche Auftreten und den ganzen Verlauf der den Menschen befallenden Infectionskrankheiten gewinnt die Vermuthung immer mehr Berechtigung, dass die menschlichen Epidemien und die Epizootien der Thiere in Beziehung zu Organismen stehen, deren Keime die Luft zuträgt.

Noch sind wir aber im Aufbau dieser Theorie weit davon entfernt, bestimmte Organismen als die eigentliche Ursache gewisser ansteckender Krankheiten bezeichnen zu können. Man will zwar im Blute von an Rückfalltyphus Erkrankten schraubenförmige, bei Diphtheritiskranken kugelförmige, bei Milzbrandkranken stäbchenförmige, den Bacterien ähnliche Gebilde nachgewiesen haben, allein es darf nicht unberücksichtigt bleiben, dass mit diesem Funde noch nicht bewiesen ist, ob diese Organismen die eigentlichen Träger des Krankheitsgiftes, die wirkliche Ursache der Krankheiten sind, da sie ja auch die Begleiter oder das Product der im Blute eintretenden Zersetzungsproducte sein können.

Die Berechtigung jener Theorie, welche die Aetiologie infectiöser Krankheiten mit Pilzen in Zusammenhang bringt, lässt sich nicht

verkennen, doch ist bis jetzt ein positiver, jeder Kritik standhaltender Beweis der parasitischen Natur für keine Infectionskrankheit erbracht worden.

Abgesehen von den ansteckenden Krankheiten, sind die in Rede stehenden Mikroorganismen noch in Bezug auf andere Erkrankungen von Belang. Da Bacterien, wenigstens gewisse Arten derselben, Fäulnissfermente sind, d. h. durch ihren Lebensprocess faulige Zersetzungen einleiten, so glaubte man berechtigt zu sein, sie mit gewissen Krankheiten, welche durch Vergiftung mit faulenden Stoffen entstehen, in Zusammenhang bringen zu können.

Es ist aber nicht gerechtfertigt, anzunehmen, dass diese Organismen die eigentlichen Träger des putriden Giftes sind und durch ihre Aufnahme in das Blut unbedingt Septichämie (Faulfieber) bedingen. Hemmer und Panum*) haben nachgewiesen, dass die specifische Wirksamkeit putrider Flüssigkeiten auch dann nicht aufgehoben wird, wenn man annehmen darf, dass diese Organismen getödtet oder aus faulenden Flüssigkeiten vollständig entfernt worden sind. Es scheinen vielmehr chemische Stoffe zu sein, die septische Erscheinungen bewirken. Thatsächlich ist es gelungen, das wirkliche Prinzip putrider Substanzen näher zu isoliren**), und zwar als eine complicirte Summe von chemischen Stoffen, deren Zusammensetzung und Wirksamkeit je nach der Substanz, welche fault und je nach dem Stadium der Fäulniss sich ändert.

Auch lässt sich einwenden, dass nicht alle Fermente (Ptyalin, Pepsin u. s. w.) organisirte lebende Wesen sind, dass es Gährungen und faulige Zersetzungen gibt, welche ohne Anwesenheit von Organismen vor sich gehen und dass Bacterienvegetationen in fäulnissfähigen Flüssigkeiten vorkommen, ohne dass Fäulniss eintritt.

Aus Allem, was in dieser Beziehung vorliegt, lässt sich nur die Vermuthung hegen, dass manche epidemisch auftretende Krankheiten mit gewissen Substanzen, die in der Luft enthalten sind, ursächlich zusammenhängen oder dass einzelne Mikroorganismen (insbesondere Pilze) an der Entstehung und Verbreitung dieser Krankheiten einen wesentlichen Antheil haben.

Nägeli behauptet, dass diejenigen Infectionspilze, welche als Miasmen und Contagien fungiren, Spaltpilze sind. Nägeli sagt***): Die Infectionsstoffe können nicht Gase sein, denn als solche müssten sie sich rasch bis zur absoluten Wirkungslosigkeit in der Luft vertheilen und wenn sie vorher wirksam würden, so müssten sie alle disponirten Personen, die sich in dem nämlichen Raume befinden, gleichmässig inficiren.

Die Infectionsstoffe bewirken fast ausnahmslos schon in der allerwinzigsten Menge Ansteckung. Es genügt dazu der tausendste

*) S. Hemmer, Experiment. Studien über die Wirkung faulender Stoffe auf den Org. 1866. — Panum, Das putride Gift, die Bacterien, die putride Infection oder Intoxication und die Septichämie. Virchow, Archiv f. path. Anat. Bd. X. 1874. S. 301.

**) A. Hiller, Ueber putrides Gift. Centralblatt f. Chirurgie, 3. Jahrg. 1876, Nr. 10.

***) Nägeli, Die niederen Pilze. München 1877. S. 53.

bis millionste Theil von der Menge des heftigsten Giftes, welches noch ohne Nachtheil von einer Person ertragen wird.

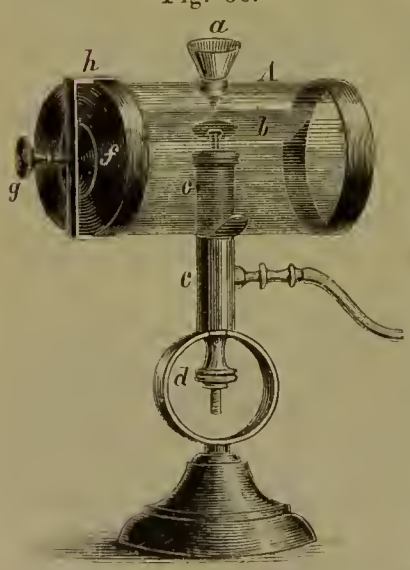
Die Infectionsstoffe können demnach nicht chemische Verbindungen oder Gemenge von solchen, sondern nur organische Körper sein, weil nur in diesem Falle eine Vermehrung der aufgenommenen minimalen Menge bis zu der Menge, in welcher sie dem menschlichen Organismus gefährlich werden, denkbar ist. Unter den bekannten organischen Körpern können einzig die Spaltpilze als Ansteckungsstoffe in Anspruch genommen werden; dieselben besitzen die für diese Function erforderliche Kleinheit und Verbreitbarkeit, sowie alle zur erfolgreichen Concurrenz mit den Lebenskräften des Organismus nöthigen Eigenschaften.

Die Infectionsstoffe sind (nach Nägeli) specifisch verschieden, insofern sie verschiedene Krankheiten verursachen; ihre Pilze sind aber nicht als Species im Sinne der beschreibenden Naturgeschichte zu betrachten. Vielmehr ist es wahrscheinlich, dass die Infectionspilze blos durch Anpassung, sowie durch aufgenommene und anhängende Stoffe (Krankheits- und Zersetzungsstoffe) eine ungleiche Beschaffenheit besitzen und ungleichartige Störungen bewirken, welche je nach ihrem Sitze und der Betheiligung der übrigen Organe des Körpers die verschiedenen Krankheitsbilder hervorbringen.

Untersuchung der Luft auf Staub.

Für die Untersuchung der Natur des Luftstaubes ist selbstverständlich das Mikroskop das geeignetste Instrument. Es handelt sich vor Allem darum, die Luftsuspensa zu sammeln, aufzufangen und unter das Mikroskop zu bringen.

Fig. 50.



Hiezu bedient man sich meist des Aeroskopes von Pouchet. Ein Aspirator steht mit einer durch einen Deckel *f* mittelst der Schraube *g* und der Klemme *h* luftdicht verschliessbaren Glastrommel *A*, welche sich auf einem Stativ befindet, in Verbindung. Die Glastrommel ist oben und unten durchbohrt. In die obere Oeffnung ist ein Glastrichter *a* mit einer sehr engen Ausflussöffnung eingefügt, die untere Oeffnung enthält ein Rohr *c*, das durch einen Gummischlauch mit dem Aspirator in Verbindung steht. Innerhalb der Trommel, und zwar unmittelbar unter der Trichteröffnung liegt ein mit Glycerin bestrichenes Glasplättchen *b*, das durch die Schraube *d* beliebig höher und niedriger gestellt werden kann. Sobald man den Aspirator in Thätigkeit setzt, strömt durch den Trichter Luft ein; diese gibt, über das Glycerin streichend, an diese klebrige Flüssigkeit alle oder wenigstens den grössten Theil ihrer staubförmigen Bestand-

theile ab. Das Glycerinpräparat wird hierauf unter das Mikroskop gebracht und hier untersucht.

Bei Untersuchung der Luft auf Organismen ist es zweckmässig, die Luft nach dem Vorschlag Cohn's statt durch Glycerin durch entsprechend zusammengesetzte Nährflüssigkeiten durchstreichen zu lassen. Man bietet hiedurch den sonst sehr merkmalarmen Keimen und Sporen die Bedingung dar, zu gedeihen und sich weiter zu entwickeln — so weit wenigstens, dass man sie dann mit Sicherheit classificiren kann. Hiebei muss die Erwägung leitend sein, dass verschiedene Keime auch verschiedener Nährflüssigkeiten bedürfen und man muss deshalb die luftfiltrirenden Flüssigkeiten nach den Verhältnissen des Falles variiren. Meist benützt man für diese Zwecke Malz- und Fleischextractlösungen.

Drittes Capitel.

Physikalische Verhältnisse der Luft, deren Bedeutung und Bestimmung.

Bewegung der Luft.

Entstehung der Luftbewegung in der Atmosphäre.

Die Luft ist in steter Bewegung begriffen. Die Lebhaftigkeit dieser Bewegung wechselt sehr. Die Ursache der ruhelosen Wanderung der Luft ist die ungleiche Erwärmung der verschiedenen Luftschichten und die rasche Condensation des Wasserdampfes in der Atmosphäre.

Erst wenn Luft mit einer grösseren Geschwindigkeit als 1 Meter in der Secunde strömt, fühlen wir die Luftbewegung. Ein schwacher Wind bewegt die Luft mit einer Geschwindigkeit von 8—10 Meter, ein heftiger Wind von 10—20 Meter, ein Orkan von 40—50 Meter in der Secunde. In unserer Gegend bewegt sich die Luft durchschnittlich eine Meile per Stunde.

Die grossen Temperaturgegensätze, welche am Grunde des Luftmeeres beständig vorhanden sind, stören das Gleichgewicht der Luftschichten. Sobald an einer Stelle die Temperatur der Luft über die der Umgebung erhöht wird, dehnt sich die erwärmte Luftmasse aus und steigt in die Höhe, während die kühlere Luft der Umgebung von allen Seiten zum Ersatz in den erwärmten Raum nachströmt.

So entsteht der tägliche Seewind an den Meeresküsten und Inseln, wo die Luft vom Vormittag bis zum Abend von allen Seiten gegen die Mitte des erwärmten Landes hinweht; Nachts aber, wenn das Land stärker erkaltet als das Meer, strömt umgekehrt die kühlere Landluft auf das Meer hinaus. Aehnlich entsteht der Luftzug im Schatten.

Um den Aequator findet sich eine Zone der grössten mittleren Erwärmung mit niedrigem Luftdruck, der sogenannte Calmen-

gürtel. Es findet hier ein fortwährendes Emporsteigen der erwärmten Luftmassen statt und die kühlere Luft der höheren Breitegrade bekommt hiedureh einen Impuls, in diesen verdünnten Raum hineinzuströmen, wodureh die sogenannten Passatwinde entstehen. Auf der nördlichen Hemisphäre ist die Richtung des gegen den Aequator gerichteten Luftstromes eine südliche (ein Nordwind, wie wir sagen), auf der südliehen eine nördliehe. Die Passate sind aber nieht immer Nord- und Südwinde, sondern der Passat der Nordhalbkugel ist ein Nordostwind, jener der Südhemisphäre ein Südostwind und dies hat seinen Grund in der Achsendrehung der Erde, da dureh die Rotation die Riehtung der Luftströmung abgelenkt wird.

Die in dem Calmengürtel emporsteigende Luft strömt in der Höhe über den Passaten den Polen zu. Diese Strömungen, Antipassate genannt, werden ebenfalls durch die Drehung der Erde um ihre Aehse abgelenkt, aber nach entgegengesetzter Riehtung wie die Passate, weil sie naeh Gegenden mit kleiner Drehungsgeseliwindigkeit hinströmen. Der Antipassat ist demnach auf der nördliehen Halbkugel ein Südwestwind, auf der südlichen ein Nordwestwind. Je näher diese Antipassate den Polen kommen, desto mehr senken sie sieh. Jenseits der Wendekreise treffen wir darum in beiden Hemisphären vorherrsehend westliehe (südwestliehe und nordwestliche) Winde an, welche, wie der Zug der Federwolken aus Südwest zeigt, bis zu den grössten Höhen der Atmosphäre reichen. Neben den südwestliehen Winden herrsehen hier aber aueh die von hohen Breiten kommenden, nordöstliehen Winde, welehe als Zufluss polarer Luft in das Passatgebiet anzusehen sind. Während wir also in der Tropenzone die beiden entgegengesetzten Luftströme über einander antreffen, fliessen sie in den eetropisehen Breiten neben einander und sind deshalb in stetem Kampf begriffen. Hier gewinnt bald der Südwest, bald der Nordost die Oberhand und zu beiden gesellen sieh noeh Zwischenwinde aus allen Riehtungen der Windrose.

Doeh sind in den hohen Breitegraden der nördlichen Halbkugel der Südwest und Nordost die vorherrsehenden Winde.

Die Süd-, Südwest- und Westwinde auf der nördliehen Halbkugel sind warm und feueht und erniedrigen den Luftdruek, die Nord-, Nordost- und Ostwinde sind kalt, troeken und erhöhen den Luftdruck.

Das Klima der gemässigten und kalten Zone wird also beherrscht von dem Weehsel der entgegengesetzten Windriehtungen und für diesen Weehsel hat man bis jetzt wenigstens keinerlei Regel aufstellen können. Die Witterung der Tropen trägt den Charakter der Beständigkeit, die Witterung der aussertropisehen Zone den der völligen Regellosigkeit und Veränderlichkeit.

Der regellose Weehsel der versehiedenen Winde erklärt die sogenannten unperiodisehen und die unregelmässigen Aenderungen der Wärme. Wehen Nord- und Nordostwinde anhaltend im Winter, so werden wir in ein viel nördlicheres Klimagebiet versetzt, dringen dann aber westliehe Winde durch, so erhöht sieh die Temperatur

wieder ebenso rasch über die mittlere, als sie früher erniedrigt worden ist. Da gegen den Sommer hin die Wärme-Unterschiede der Winde geringer werden, so werden auch die Störungen der normalen Temperatur im Sommer kleiner. *)

Auf die hygienische Bedeutung der Winde ist bereits mehrfach hingewiesen worden. Dass Aenderungen der Windrichtung Aenderungen der meteorologischen Verhältnisse zur Folge haben, dass durch die Luftbewegung die Vertheilung der in die Luft gelangenden fremden Gase beschleunigt, suspendirte Luftbestandtheile aufgenommen, transportirt und abgelagert werden, dass die Luftbewegung in Folge der hiebei stattfindenden Reibung der Luftmolecüle die Ozonbildung und elektrischen Vorgänge begünstige, ist bereits erwähnt worden. Hier sei noch darauf aufmerksam gemacht, dass die Schnelligkeit der Luftbewegung für den Grad der Wärme-Entziehung durch Leitung von grossem Einfluss auf die Haut ist, dass der Wind ein wichtiger Motor der natürlichen Ventilationsvorgänge in unseren Wohnungen ist und dass er bei genügender Stärke auch direct mechanisch schädigen kann.

Ermittlung der Richtung und Geschwindigkeit der Luftströmungen.

Zum Erkennen der Windrichtung dient die Windfahne.

Empirische, aber wenig empfindliche und ziemlich unsichere Mittel, um Luftströmungen in ihrer Richtung ansehaulich zu machen, sind das Beobachten des Rauches von glimmendem Baumwollsammt, Lichtflammen, kleine Luftballons u. s. w.

Um die Geschwindigkeit und Stärke eines Luftstromes (und Windes) zu messen, hat man das Druck- und das Geschwindigkeits-Anemometer.

Die Druck-Anemometer bestehen entweder aus Platten, welche um eine horizontale Achse beweglich sind und, Fallthüren vergleichbar, von dem Winde je nach seiner Stärke mehr oder weniger hoch gehoben werden, oder aus Federn, welche der Wind zusammendrückt, oder aber aus communicirenden Röhren, in denen der Wind die Flüssigkeitssäule in einem Schenkel zum Steigen bringt.

Zur Bestimmung der Luftgeschwindigkeit in Röhren, Canälen u. s. w. wird das Anemometer von Combes (Fig. 51) vielfach angewendet. Vier bis zwölf kleine Windflügel sind an einer horizontalen Achse *a* befestigt, durch den Luftzug werden die Windflügel in Bewegung und dadurch die Achse, an welcher eine Schraube ohne Ende sich befindet, in Drehung gebracht, die Zahl der Drehungen wird durch ein System von Rädern *b* und *c* markirt. Gegenwärtig kommen im Handel Anemometer vor, bei denen man am Zifferblatt die Luftgeschwindigkeit, direct in Metern ausgedrückt, für die Zeit der Beobachtung ablesen kann.

Die Empfindlichkeit eines Flügelrad-Anemometers ist begrenzt und reicht für viele Fälle nicht aus. Luftbewegungen, bei denen

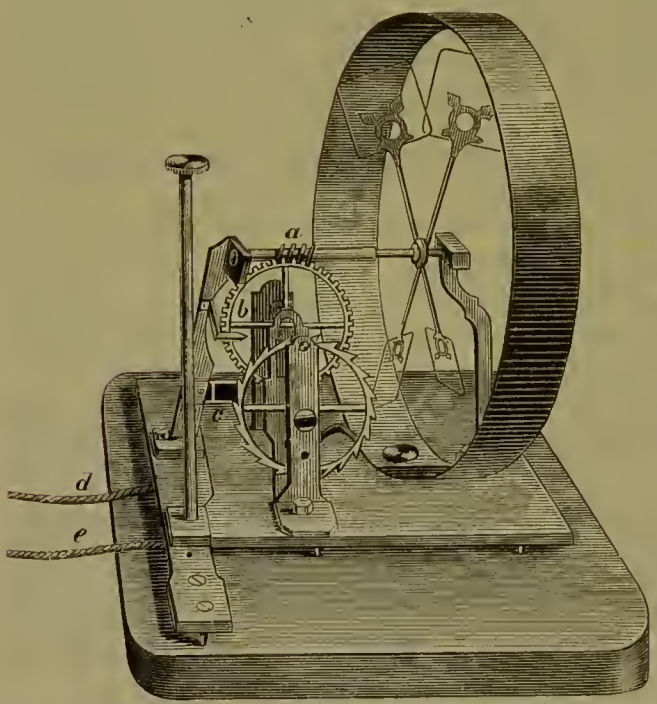
*) Hann, Hochstetter, Pokorny, Allgem. Erdkunde. Prag 1875. p. 60.

die Gesehwindigkeit kleiner als 0·1 Meter pro Secunde ist, kann es nicht mehr anzeigen.

Die Beurtheilung von Ventilations- und Heizanlagen, sowie das Studium der Luftbewegung in geschlossenen Wohnräumen setzt aber genauere Aufschlüsse über selbst sehr feine Luftbewegungen voraus. Fleck*) hat deshalb mit Wasserstoff gefüllte Gummiballons, welche vor ihrer Anwendung als Anemoskope nur auf die mittlere Dichtigkeit der Zimmerluft, in welcher sie schwimmen sollen, justirt zu werden brauchen, in Vorschlag gebracht.

Man füllt Gummiballons, von ungefähr 2 Liter Capacität im Zustande höchster Anspannung, mit reinem Wasserstoff so lange an, bis der Ballon vollständig aufgetrieben ist, worauf man mittelst einer Seidenschnur die Abschnürung bewerkstelligt. Die Seidenschnur lässt man als einen 0·1 Meter langen Faden am Ballon hängen und befestigt an dem Fadenende eine Wachskugel, die es leicht ermöglicht, durch Vergrösserung oder Verkleinerung ihrer Masse den Ballon dahin zu bringen, dass er in der ruhigen Zimmerluft ruhig schwimmend im stabilen Gleichgewieht verharrt.

Fig. 51.



Um einer beschleunigten Diffusion des Wasserstoffes durch die stark gespannten und bis zur Durchsichtigkeit aufgetriebenen Ballonwandungen vorzubeugen, wird jeder frisch gefüllte Ballon zweimal mit einer syrupdicken Lösung von einem Theil arabischen Gummi und fünf Theilen Stärkezucker mittelst einem breiten Haarpinsel überstrichen und an der Luft getrocknet. Durch solchen Ueberzug gelingt es, Ballons mit gleichmässigen Wandungen eine Woche lang bei gleicher Empfindlichkeit zu erhalten. Sie lassen sich mehreremale von Neuem füllen, bevor sie ausser Gebrauch gestellt werden müssen.

Ein wesentliches Moment für die grosse Empfindlichkeit und höchst sichere Verwerthung dieser Ballons bietet die Elasticität ihrer Wandungen, in Folge deren sich dieselben sofort jeder — innerhalb der möglichen Grenzen auftretenden — Temperaturschwankung der

*) Fleck, Das Ballon-Anemoskop. Ztsch. f. Biol. 1880. p. 204.

Zimmerluft anpassen und dadurch zu den empfindlichsten Luftschwimmern werden.

Wie gross die Empfindlichkeit eines Ballon-Anemoskops ist, kann man leicht erkennen, wenn man ein solches, genau justirt, in die Mitte eines Zimmers einsetzt und dann beide innere Handflächen etwa 1 Centimeter davon einander gegenüber hält, so dass der Ballon sich in der Mitte befindet. Letzterer, welcher vorher ruhig in der Luft schwamm, beginnt sofort eine schnell aufsteigende Bewegung. Kommt ein in der Zimmerluft schwebender Ballon in die Nähe zweier mit einander sprechender Personen, so geräth er in Folge der Hauchbewegung der Sprechenden sofort in heftig wirbelnde Schwingungen und schlägt den Weg der wärmeren Athemluft nach oben ein (Fleck).

Luftdruck.

Einfluss des Luftdruckes.

Auch der jeweilige Druck, unter dem sich die Atmosphäre befindet, ist in mancher Beziehung von hygienischer Bedeutung. Der Gesammtdruck der Atmosphäre, welcher auf dem menschlichen Körper lastet, kann im Durchschnitt auf 15.000 bis 20.000 Kilogramm veranschlagt werden. Dass dieser so bedeutende Luftdruck nicht wahrgenommen wird, ist dadurch erklärlich, dass derselbe sich keineswegs als eine einseitig zu Boden drückende Last geltend macht. Denn zwischen den in Hohlräumen und Canälen vorhandenen, mit der Atmosphäre unmittelbar communicirenden oder doch gegen sie diffusiblen Gasen wird unter allen Umständen Gleichgewicht hergestellt werden, die Flüssigkeiten sind aber gleich dem in ihnen hauptsächlich vertretenen Wasser innerhalb der gewöhnlichen Druckgrenzen so gut wie vollkommen unzusammendrückbar, die allein noch übrig bleibenden festen Grundbestandtheile der Gewebe bieten nun, jede Zelle oder Faser für sich betrachtet, der mechanischen Lufteinwirkung eine so verschwindend kleine Fläche dar, dass der wohl nur noch sehr gering zu schätzende Werth unter alle Bedeutung herabsinkt.

Durch diese Anlage erträgt die elastische Menschennatur gewöhnlich vorkommende Luftdruckschwankungen ohne Schaden, wenn sie nicht allzurasch und unvermittelt eintreten. Finden dagegen plötzlich beträchtliche Druckänderungen statt, so reagirt der menschliche Organismus sofort darauf. Bei Luftschiffern kommt es nicht selten vor, dass sie in sehr grosser Höhe plötzlich zusammenstürzen, ähnlich den Versuchsthieren in der Luftpumpe, wo die Blutgase rasch und unter Bläschenbildung entweichen.

Aber selbst die constante Einwirkung eines geringen Luftdruckes kann nicht ohne Rückempfindung auf einen Organismus bleiben, der einen höheren Luftdruck gewöhnt ist.

Der Siedepunkt des Wassers sinkt in Mexiko in Folge seiner Höhenlage von 100° auf 93° C. In gleicher Weise wird auch die Wasser- und Wärmeabgabe durch Verdunstung aus dem menschlichen Körper rascher vor sich gehen müssen.

Die mit dem niederen Luftdruck dünner gewordene Luft führt der Lunge bei jedem Athemzuge weniger Sauerstoff zu. Dieser Abgang kann nur durch raschere Action der Respirations- und Circulationsorgane gedeckt werden. Häufigkeit der Lungen-, Herz- und Erkältungskrankheiten ist deshalb charakteristisch für das Hochgebirgsklima.

Fig. 52.

Vielleicht ist auch auf die Verminderung des Luftdruckes jener eigenthümliche Zustand zu beziehen, welcher, in Hochasien Bitsch, in den Anden Puna genannt, auf Hochebenen so häufig beobachtet wird, und in einem eigenthümlichen Ermüdungsgefühl und grosser Schmerzhaftigkeit beim Bewegen der Glieder besteht.

Gerade umgekehrt befindet sich der menschliche Organismus bei erhöhtem Luftdruck, wie man das an Personen, die bei Wasserbauten in den sogenannten Caissons, in welchen der Atmosphärendruck zwei bis dreimal den äusseren Luftdruck übertrifft, arbeiten müssen, beobachten kann. Die Verdunstung wird hier sehr gehemmt, die Wasserabgabe und damit der Wärmeverlust vermindert, die Zahl der Pulsschläge und der Athemzüge sinkt bedeutend herab, die comprimirte Luft dehnt die Lungenbläschen stärker aus, weshalb es erklärlich ist, warum beim Betreten eines Raumes mit verdichteter Luft die qualvollsten asthmatischen Beschwerden oft momentan Erleichterung finden oder schwinden.*)

Ermittlung des Luftdruckes.

Zum Messen des Luftdruckes dient das Barometer. Es gibt eine grosse Zahl von Barometern, von denen jedoch nur einzelne für wissenschaftliche Untersuchungen brauchbar sind. Zu genauen Beobachtungen bedient man sich des Gefässbarometers und des Heberbarometers.

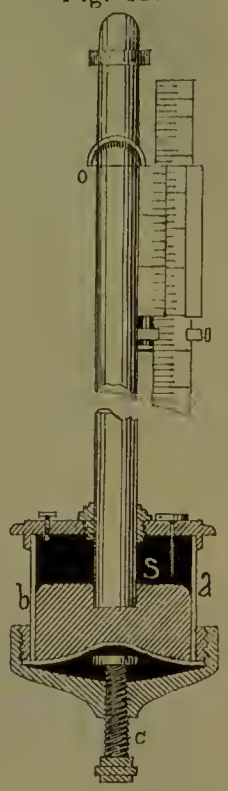
Das gebräuchlichste Gefässbarometer ist jenes von Fortin; dasselbe besteht aus einer Toricelli'schen Röhre, deren unteres Ende in ein Quecksilbergefäss taucht.

Zum Schutze gegen Beschädigung steckt das Barometerrohr und das Quecksilbergefäss in einer Metallhülse, die gewöhnlich ein Thermometer trägt (Fig. 52) und an jener Stelle, wo der Barometerstand abgelesen wird, durchbrochen ist. Die nach einem genauen Maass getheilte Scala ist an der Seite der Röhre angebracht und ihr Anfangs-Nullpunkt muss die Oberfläche *a b* (Fig. 53) des Quecksilbers im unteren Gefässe berühren, weil von dieser Oberfläche die Höhe der Quecksilber-

*) Vivenot, Zur Kenntniss der physiologischen Wirkung der verdichteten Luft. Erlangen 1868.

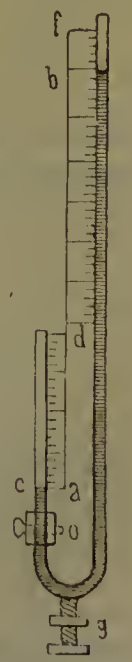
säule, die dem Luftdruck Gleichgewicht hält und die man den Barometerstand nennt, gemessen wird. Allein diese Oberfläche senkt sich, wenn der Luftdruck stärker wird und steigt, sobald er abnimmt. Damit man trotzdem die Höhe genau finden kann, ist in dem Gefässe eine feine Spitze angebracht, welche immer die Oberfläche des Quecksilbers zu berühren hat, ehe man die Höhe desselben in der Röhre misst. Um die Berührung zu bewerkstelligen, hat das Gefäss einen elastischen Boden, welcher durch eine Schraube *c* erhöht oder erniedrigt werden kann und zugleich zum Verschliessen des unteren Endes der Röhre dient, wenn man das Barometer transportiren will. Damit beim Ablesen des Barometerstandes das Auge sich in gleicher horizontaler Ebene mit dem Gipfel der Quecksilberfläche befindet, ist am Nonius (unter Nonius versteht man eine Hilfsscala, welche durch die Eintheilung einer Linie von 9 Millimeter Länge in 10 Theile es ermöglicht, $^1/_{10}$ Millimeter abzulesen) ein kleines, halbkreisförmiges Röhrchen befestigt, welches unten zwei parallele Fäden trägt, die mit dem Nullpunkt des Nonius in einer horizontalen Ebene liegen. Diese Fäden verschiebt man nebst dem Nonius so lange, bis sie und der Gipfel des Quecksilbers sich decken, dann ist auch das Auge in gleicher Höhe mit der Quecksilberkuppe.

Fig. 53.



Bei einer genauen Bestimmung des Barometerstandes müssen jene Aenderungen, die sich in Folge der Temperaturveränderungen in Beziehung auf das specifische Gewicht des Quecksilbers, ferner durch die Ausdehnung der metallenen Scala ergeben, mit in Rechnung gebracht werden. Hierüber geben die Lehrbücher der Physik den nöthigen Aufschluss.

Fig. 54.

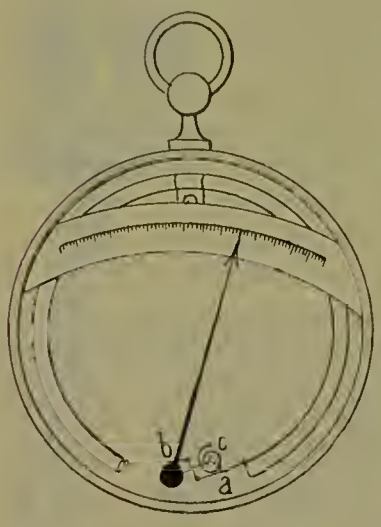


Der Heberbarometer in Fig. 54 schematisch dargestellt, besteht aus einer Glasröhre, die unten aufwärts gebogen ist und also zwei parallele Schenkel bildet. Beide Schenkel müssen vollkommen gleich weit sein, so weit sich die Veränderungen in dem Quecksilberstand erstrecken; der untere Theil dagegen kann eine beliebige Weite haben. Der Niveau-Unterschied des Quecksilbers in dem verschlossenen längeren und dem offenen kürzeren Schenkel gibt den Druck der Luft an. Um ihn zu finden, ist entweder die Scala *a b* oben mit einem Nonius versehen, und die Barometerröhre lässt sich durch die Schraube *g* um so viel erhöhen, dass der Anfangspunkt *a* der Scala stets mit der Quecksilberfläche *c* in dem kürzeren Schenkel zusammenfällt, oder das Glas enthält selbst die Eintheilung. In letzterem Falle wird nur die Höhe irgend eines Punktes *f* über *d* genau gemessen und die Eintheilung von *f* und *d* abwärts in Millimetern aufgetragen. Der Abstand zwischen *f* und *d*

lässt sieh genauer bestimmen, wenn der kurze Schenkel des Barometers mit dem oberen Theile des langen in eine gerade Linie fällt. Dieses Barometer ist transportabel, wenn es bei 0 einen eisernen Hahn hat, dureh welehen man das beim Schiefhalten in den langen Sehenkel zurüekgetretene Quecksilber absehliessen kann; das in dem kurzen Sehenkel zurückbleibende Queeksilber wird dureh ein mit Baumwolle umgebenes Fischbeinstäbchen abgesehlossen. Damit das Quecksilber, wenn es sich dureh die Wärme ausdehnt, die Röhre nicht sprengt, sind beide Sehenkel da, wo der Hahn sich befindet, dureh eine eiserne Röhre verbunden, deren Fütterung elastisch ist.

Die Metallbarometer (Aneroide) gründen sieh darauf, dass eine dünne, biegsame Röhre, die ein wenig platt gedrückt und in einer Ebene, senkrecht zur plattgedrückten Seite, aufgerollt ist, bei jedem von innen erfolgenden Druek gerade zu werden strebt, und wenn der Druek von aussen zunimmt, sieh stärker krümmt. Bei diesem Barometer ist die Röhre luftleer und in der Mitte festgemacht. Bei zunehmendem Luftdruck krümmt sie sieh noeh mehr und theilt die Bewegung ihrer Enden, wie die Figur 55 zeigt, einer Nadel mit, welehe den entspreehenden Barometerstand auf einem Kreisbogen angibt. Um die Bewegung der Nadel hervorzubringen, sind an der Röhre zwei Drähte *a* und *b* und ein kleiner Hebel befestigt, der auf der Aehse der Nadel senkreeht steht. Der letztere wird durch die Spiralfeder zurückgeführt, wenn der Luftdruck zunimmt. In ähnlicher Weise ist das Aneroid-Barometer von Vidi eonstruirt, welches der Hauptsaehe naeh aus einem cylindrischen luftleeren Gefäss von Metall besteht, dessen Boden von starkem und dessen Deekel von dünnem, durch kreisförmige Biegungen sehr elastisehem Blech ist.

Fig. 55.



Viertes Capitel.

Die Luft bewohnter Räume.

Ursachen der Luftverderbniss in Wohnräumen.

Es ist eine allgemein bekannte Thatsaehe, dass in Folge des blossen Aufenthaltes von Menschen Luftverderbniss in den Wohnräumen eintritt. Ueber die schädlichen Agentien der dureh den Lebensproeess verunreinigten Luft wissen wir bis jetzt äusserst wenig.

Die Verminderung des Sauerstoffes durch den Lebensprocess ist meist so wenig belangreich, dass man daraufhin die Wirkungen verathmeter Luft nicht zurückführen kann. Auch die Vermehrung des Wassergehaltes ist gewöhnlieh von keiner grossen Bedeutung.

Ferner steht es fest, dass keineswegs die Kohlensäure, welche mit den Exhalationen aus dem Organismus entweicht, als das eigentlich Schädliche einer verathmeten Luft, wie sie in dicht bewohnten Räumen vorkommt, angenommen werden kann. Denn die Luft in Gährlocalen, Laboratorien, Brunnenhäusern von Säuerlingen enthält oft 5—10mal so viel an Kohlensäure, als die Luft in dichtbewohnten, schlecht gelüfteten Räumen und doch befinden wir uns in ersteren ganz wohl und werden in letzteren krank. Nach Demarquay's*) Versuchen kann Kohlensäure, im Verhältniss von $^1/_5$ zu $^4/_5$ atmosphärischer Luft beigemischt, längere Zeit von Thieren eingeathmet werden, ohne dass eine toxische Wirkung zu beobachten ist.

Entfernt man aus einem vollkommen dicht schliessenden Apparate, in welchem ein Thier längere Zeit lebt, die Kohlensäure in der Menge, in welcher sie durch das Thier producirt wird, ersetzt man auch den Sauerstoff im Maasse seines Verbrauches und untersucht man vor und nach beendetem Versuche die Luft dieses Apparates, so wird man mit Ausnahme eines unbedeutenden Zuwachses von Stickstoff, Sumpfgas und Wassertoff — Substanzen, die indifferent sind — keine Veränderung in der ursprünglichen Luftmischung und keine derartigen gasigen oder dampfförmigen Stoffe nachweisen können, denen die gesundheitsschädliche Beschaffenheit der Luft, welche dieselbe zu Ende dieses Versuches wirklich besitzt, zugeschrieben werden könnte. Dass aber eine solche Luft zu Ende des Versuches in der That eine schlechte, gesundheitsschädliche ist, sieht man an dem Versuchsthier, das, je länger der Versuch dauert, um so schwerere Krankheitssymptome zeigt und schliesslich zu Grunde geht.**)

Hammond befreite eine Quantität der Luft, welche durch den Aufenthalt vieler Menschen in einem engen Raume verdorben war, von Kohlensäure und Wasserdampf und liess dann in ihr eine Maus athmen; nach 45 Minuten starb das Thier.***)

Bekannt ist, dass ein beständiger Aufenthalt in schlecht gelüfteten, überfüllten Räumen Blässe und Schlaffheit der Haut, Schwächung der Verdauung, Beeinträchtigung der Ernährung und der natürlichen Widerstandskraft gegen krankmachende Potenzen zur Folge hat. Die Wirkungen einer solchen Atmosphäre machen sich in der Regel nur nach und nach und unmerklich, nichts destoweniger aber in der nachtheiligsten Weise geltend. Das Leben in verathmeter Luft spielt in der Aetiologie der Scrophulose, Tuberculose und des Flecktyphus zweifellos eine überaus wichtige Rolle. Unzählige Erfahrungen lehren, dass diese Krankheiten bei mangelhafter Lüftung der Wohnräume häufiger als sonst entstehen oder in ihrer Entwicklung begünstigt werden. Die unverhältnissmässig grosse Verbreitung dieser Krankheiten in schlecht ventilirten Gefängnissen,

*) Demarquay, Versuch einer medicinischen Pneumatologie. Deutsch von Oscar Reyher. Leipzig und Heidelberg 1867. p. 233.

**) Nowak und Seegen, Pflüger's Archiv 1879, p. 347.

***) Hammond, a treatise on hygiene with special reference to the military service. Philadelphia 1863. S. 154.

Massenquartieren, Kasernen u. s. w. beweist das in schlagender Weise. Ebenso ist es durch Erfahrung erwiesen, dass bei ungenügender Lüftung alle Krankheitsprocesse ungünstiger verlaufen und dass namentlich Wunden schlecht heilen. Noch gefährlicher wird die Luft durch die Ausathmungen Kranker.

Wir wissen also bestimmt, dass in einer verathmeten Luft wirklich schädlich wirkende, giftige Substanzen vorkommen; ihre Natur, ihre Menge, ihre Eigenschaften aber kennen wir nicht. Beachtenswerth ist, was hierüber Pettenkofer sagt: „Es ist denkbar und sogar wahrscheinlich, dass manche der bei der Respiration und Perspiration entstehenden organischen Dämpfe nur eine sehr geringe Tension haben, dass also die Luft für sie sehr bald den Sättigungspunkt erreicht und dem Organismus nichts weiter davon abnehmen kann, wenn sie nicht rasch wieder gewechselt und erneuert wird. Das Zurückbleiben, die Anhäufung dieser Dämpfe im Körper, so gering auch ihre Menge sein mag, kann ebenso leicht auf gewisse Nervenpartien und durch diese selbst auf den gesammten Stoffwechsel wirken, als sie, in die Luft übergegangen, auf unsere Geruchsnerven wirkt und unter Umständen selbst zum Erbrechen reizt."*)

Ermittlung des Grades der Luftverderbniss durch Verathmung.

Es entsendet demnach der Lebensprocess der Menschen nebst den uns bekannten Exspirationsgasen auch noch organische Ausscheidungen aus Lungen und Haut in den Athemraum. Smith sammelte solche organische Ausscheidungen in den Wassertropfen an den Zimmerwänden und konnte so Substanzen gewinnen, die beim Verbrennen den charakteristischen Geruch versengter Horngebilde erkennen liessen und nach einigen Tagen eine schmierige, leimartige Masse mit reichlicher Entwicklung von Schimmel und anderen Pilzen darstellten.

Die organischen Substanzen der verathmeten Luft werden durch übermangansaures Kali zerstört. Man wendet deshalb diese Reaction häufig an, um für die Menge derselben in verschiedenen Räumen einen relativen Ausdruck zu finden. Man aspirirt eine bestimmte Luftmenge durch eine Chamäleonlösung, deren Wirkungswerth auf Oxalsäure bekannt ist und bestimmt nach vollendetem Versuche neuerdings den Wirkungswerth der Chamäleonlösung auf Oxalsäure, der um so kleiner ist, je grösser die Menge der in der aspirirten Luft enthaltenen organischen Substanzen war. Was betreffs der Bestimmung der organischen Substanzen mittelst Chamäleon beim Wasser gesagt wurde, gilt auch hier. Die Ergebnisse dieser Methode, welche die Menge der durch Ausathmung entstandenen organischen Substanzen direct bestimmt, sind durchaus unverlässlich.

Weil sich die eigentlich schädigend wirkenden Agentien einer verathmeten Luft einer exacten Bestimmung entziehen, haben wir keinen directen Maassstab für die Beurtheilung der Qualität

*) Pettenkofer, Ueber den Luftwechsel in Wohnungen. München 1858. p. 108.

einer Luft in bewohnten Räumen, und wir müssen uns in Folge dessen mit indirecten Anzeigen begnügen.

Es liegt nahe, hiezu die Bestimmung der Menge solcher Substanzen zu benützen, welche gleichfalls Product des gasförmigen Stoffwechsels sind, die sich in der Ausathmungsluft proportional den eigentlich schädlich wirkenden Substanzen vermehren, und deren quantitative Analyse leicht und präcis durchführbar ist.

Pettenkofer hat in dieser Beziehung mit richtigem Blick die Kohlensäure als Maassstab für den Grad der Luftverunreinigung gewählt und zugleich eine Methode angegeben, durch welche die Menge der Kohlensäure schon in einem kleinen Luftraum rasch und sicher ermittelt werden kann. (S. Seite 113.) Der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre schwankt nur innerhalb sehr enger Grenzen, so dass man den bekannten, mittleren Kohlensäuregehalt des Ortes, in welchem man die Luft in Wohnräumen untersucht, in Vergleich mit dem zu ermittelnden Kohlensäuregehalt der Wohnungsluft setzen darf.

Auch hat die Wissenschaft die Quantitäten der vom Menschen in der Zeiteinheit durch den Stoffwechsel producirten Kohlensäure ermittelt und ziffermässig festgestellt. Mit Hilfe dieser Zahlen und des bekannten Mittels der Kohlensäure in der Aussenluft lassen sich mancherlei Fragen in Bezug auf die Verderbniss der Luft durch Athmung und auf die Verbesserung derselben durch Ventilation beantworten.

Wir bestimmen darum die Kohlensäure, wenn wir den Grad der Luftverderbniss in einem Wohnraume constatiren wollen, und zwar wird die Kohlensäure nicht deshalb ermittelt, weil wir glauben, dass sie das eigentlich Schädliche der verathmeten Luft sei, sondern deshalb, weil sie leicht bestimmbar ist und wir weiter anzunehmen berechtigt sind, dass sie in demselben proportionalen Verhältnisse durch Verathmung in einem Wohnraum anwachsen werde, wie die eigentlich giftigen (unserer Bestimmung aber unzugänglichen) Agentien der Stoffwechselluft. „Der Kohlensäuregehalt allein macht die Luftverderbniss nicht aus," sagt Pettenkofer, „wir benützen ihn blos als Maassstab, wonach wir auch noch auf den grösseren oder geringeren Gehalt an anderen Stoffen schliessen, welche zur Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure sich proportional verhalten."

Diese Annahme hat insofern eine Bestätigung gefunden, als eine Reihe von Versuchen zu dem Schlusse berechtigen, dass die Quantität der durch die Luft bewohnter Räume reducirten Uebermangansäure mit der Menge der gleichzeitig vorhandenen Kohlensäure in einem proportionalen Verhältniss stehe. Dennoch wird man diesen Parallelismus nicht unter allen Umständen zugeben können. Von der Beleuchtung abgesehen, wird man namentlich für Krankenzimmer eine Ausnahme machen müssen, da hier noch besondere Bedingungen für die Schwängerung der Luft mit organischen Substanzen gegeben sind (Eitergeruch, abnorme Hautsecrete u. s. w.).

Wie bereits oben erwähnt wurde, schwankt der Kohlensäuregehalt der freien atmosphärischen Luft nur innerhalb sehr enger

Grenzen. Er beträgt im Durchschnitt 1—5 Theile an Kohlensäure in 10.000 Theilen Luft. In einer solchen Luft fühlen wir uns erfahrungsgemäss behaglich, und deshalb sollten wir eigentlich auch trachten, in unseren Wohnräumen eine Luft von möglichst gleicher Reinheit, wie im Freien, zu erhalten. Die tägliche Erfahrung lehrt aber, dass es unmöglich ist, in bewohnten Räumen die gleiche Reinheit der Luft zu erzielen, wie im Freien, und dem entspreehend hat sieh der Mensch gewöhnt, in seiner Wohnung eine Luft noeh als rein zu bezeichnen, welche es im Vergleich zur Luft im Freien nicht mehr ist. Um die zulässige Menge von Kohlensäure oder den Grenzwerth festzustellen, hat Pettenkofer durch mehrere Versuche ermittelt, bei welchem Kohlensäuregehalt unter Ausschliessung anderer Quellen für Gerüehe oder für Kohlensäure-Entwicklung verschiedene Personen einen unangenehmen Geruch oder Unbehagen empfinden.

Auf Grund soleher Beobachtungen kam Pettenkofer zu dem Schlusse, dass jede Luft als schlecht und für einen beständigen Aufenthalt als untauglich zu erklären sei, welche in Folge der Respiration und Perspiration der Bewohner mehr als 1·0 per Mille Kohlensäure enthält, und dass eine gute Zimmerluft, in welcher der Mensch erfahrungsgemäss auf längere Zeit sich behaglich und wohl befinden kann, keinen höheren Kohlensäuregehalt als 0·7 per Mille hat.

De Chaumont hat beobaehtet, dass wenn der Kohlensäuregehalt dureh Athmung um 1·83 per Mille über den der freien Luft stieg, ein auffälliger Gerueh nicht wahrnehmbar war, dass bei einer Vermehrung von 0·389 ein wahrnehmbarer und bei einer Steigerung von 0·632 ein unangenehmer und bei Zunahme von 0·853 ein unerträglicher Geruch bemerkt wurde. Chaumont folgert deshalb, dass eine grössere Vermehrung als 0·2 per Mille nieht gestattet werden dürfe.

Ventilationsbedarf.

Es muss demnaeh unsere Aufgabe sein, unsere Wohnungen und sonstigen Aufenthaltsräume derart einzuriehten, dass der Kohlensäuregehalt der darin befindliehen Luft niemals den Grenzwerth für eine gute Luft (naeh Pettenkofer 0·7 per Mille Kohlensäure) übersteigt.

Denken wir uns den Fall, es würde eine Person in einem vollkommen dicht schliessenden, ursprünglieh mit frischer atmosphärischer Luft gefüllten Raume, der 40 Cubikmeter fasst, eine Stunde lang verweilen. Da, wie aus den früheren Auseinandersetzungen hervorgeht, jeder Cubikmeter atmosphäriseher Luft (= 1000 Liter) 0·5 Liter Kohlensäure enthält, so sind bei Beginn der Stunde 20 Liter Kohlensäure in dem Raume (von 40 Cubikmeter) vorhanden. Erfahrungsgemäss athmet ein Erwachsener in einer Stunde 22·6 Liter an Kohlensäure aus. Diese ausgeathmete Kohlensäure summirt sieh zu der ursprünglich vorhandenen, und zu Ende der Stunde sind in diesem Raume 42·6 Liter an Kohlensäure vorhanden, d. h. 1·065 per Mille. Der

Grenzwerth für eine gute Luft ist demnach bereits überschritten, und wir sehen, dass in einem hermetisch verschlossenen, für eine Person hinreichend grossen Raume schon nach Ablauf einer Stunde eine hochgradige Luftverderbniss eintreten muss.

Weil alle unsere Aufenthaltsräume poröse, luftdurchgängige Wandungen haben, weil die durch Athmung verdorbene Luft durch die Wand und andere Poren stetig ausgeführt wird und frische atmosphärische Luft stetig einströmt, tritt diese Luftverderbniss in unseren Wohnungen in der Regel nicht ein.

Wir müssen uns aber darüber klar werden, in welchem Maasse die frische Luft in unsere Aufenthaltsräume einströmen muss, um eine gesundheitsnachtheilige Luftverderbniss hintanzuhalten.

Die gas- und dampfförmigen Ausscheidungen unseres Körpers vermischen sich mehr oder weniger rasch und vollständig mit der Luft unserer Wohnräume, ebenso mischt sich die in Folge der Diffusion und der Druck- und Temperatur-Differenzen einströmende frische Luft mit der verdorbenen unseres Zimmers, und schon daraus geht hervor, dass eine viel grössere Menge frischer Luft erforderlich ist, um die Luft eines Raumes zu erneuern, als die Menge der daselbst vorhandenen Luft beträgt.

Theoretisch entspricht diesem Ventilationsquantum jene Luftmenge, welche nöthig ist, die exhalirte Kohlensäure bis zu jenem Grade zu verdünnen, welcher der Differenz zwischen zulässigem und normalem Luftkohlensäuregehalt gleichkommt.

Die frische Luft enthält im Durchschnitt 0·5 per Mille an Kohlensäure, oder jeder Liter 0·5 Cubik-Centimeter. Jeder Liter der frischen Luft darf demnach nur 0·2 Cubik-Centimeter Kohlensäure aufnehmen, wenn die Luft innerhalb des Grenzwerthes für gute Luft (0·7 per Mille an Kohlensäure) bleiben soll. Wir athmen aber in der Stunde 22·6 Liter Kohlensäure aus oder 113.000mal 0·2 Cubik-Centimeter Kohlensäure, folglich brauchen wir 113.000 Liter = 113 Cubikmeter frischer Luft in einer Stunde und für eine Person, um in unseren Wohnräumen stets gute Luft zu haben.

Es lässt sich demnach der Ventilationsbedarf aus der Formel $y = \frac{K}{p - q}$ berechnen, wobei y den Ventilationsbedarf in Cubikmetern, K die per Stunde von einem Menschen ausgeathmete Kohlensäure in Cubikmetern, p der Grenzwerth und q der Kohlensäuregehalt der einströmenden Luft ist.

Bekanntlich gehen die Anforderungen an die Reinheit der Luft bei verschiedenen Menschen weit auseinander. Leute, die sehr empfindlich sind, riechen schon eine Luft und fühlen sich in derselben unbehaglich, wenn sie 0·75 per Mille an Kohlensäure enthält, andere dagegen vertragen noch eine Luft mit 0·95 per Mille Kohlensäure. Der Grenzwerth *(p)* variirt demnach in jedem einzelnen Fall. Keineswegs aber darf er höher als 1 per Mille an-

genommen werden, weil eine solche Luft bei längerem Aufenthalt in der Regel auf einen Jeden schädlich wirkt. Je nachdem nun dieser Grenzwerth bald höher (1·0 per Mille oder 0·9) bald niedriger (0·8 oder 0·7) angenommen wird, ändert sich der Ventilationsbedarf bei sonst gleichbleibenden übrigen Verhältnissen.

Das stündliche Ventilationserforderniss beträgt demnach per Kopf bei einem zulässigen Kohlensäuregehalt der Respirationsluft von

0·6	per Mille	Kohlensäure		226	Cubikmeter
0·7	„	„	„	113	„
0·8	„	„	„	75	„
0·9	„	„	„	55	„
1·0	„	„	„	45	„

Bei diesen Berechnungen sind die zahlreichen übrigen Quellen der Luftverschlechterung, namentlich jene durch Heizung und Beleuchtung, noch gar nicht in Betracht gezogen.

Im praktischen Leben müssen verschiedener, mehr oder minder zwingender Verhältnisse wegen die Anforderungen an die Grösse der Luftzufuhr sehr oft bis auf das Minimum reducirt werden. Je weiter man sich jedoch hiebei von den Anforderungen der wissenschaftlichen Hygiene entfernt, desto mehr rächt sich diese Nachgiebigkeit. Denn die bisher gemachten praktischen Erfahrungen sprechen alle für die Richtigkeit der oben entwickelten und berechneten Zahlen.

Parkes*) fand, dass, wenn nicht wenigstens 56 Cubikmeter Luft per Kopf und Stunde eindringen, der üble Geruch anhalte. Wenn nur etwa zwei Drittel dieser Luftmenge zugeführt wird, so steige der Kohlensäuregehalt bis auf 0·9 per Mille und ein Cubikmeter solcher Zimmerluft zerstöre 0·000058 Gramm übermangansaures Kali. Chaumont**) erreichte in Kasernen erst bei 85 Cubikmeter Ventilation reine Luft. Grassi***) fand im Hospital Necker mit 100 Cubikmeter Luftzufuhr bei Krebskranken noch üblen Geruch, Sankey in London noch bei 106 Cubikmeter. Morin†) verlangt deshalb für Epidemiespitäler 150 Cubikmeter Luft per Kopf und Stunde.

Morin gibt in seinem Ventilationsprogramm, dessen Zahlen von C. Lang noch für sehr gering erklärt werden, folgende Daten:

	pro Kopf und Stunde
Krankenhäuser für gewöhnliche Kranke	60—70 Cbm.
„ für Verwundete und Wöchnerinnen .	100 „
„ bei Epidemien	150 „
Gefängnisse	50 „
Werkstätten { gewöhnlicher Art	60 „
Werkstätten { mit besonderen Quellen der Luftverderbniss	100 „

*) Parkes, A manual of practical Hygiene. London 1864. p. 68.
**) On ventilation and cubic space. Edinb. med. Journ. 1867. 1024.
***) Etude comparat. de deux syst. de chauff. et de ventil. 1856. p. 12.
†) Rapport de la commission sur la chauffage et la ventilation des bâtiments du Palais de Justice. Annales. d'hyg. 1861. p. 444.

	pro Kopf und Stunde
Kasernen { bei Tag	30 „
Kasernen { bei Nacht	40—50 „
Theater	40—50 „
Versammlungs-Räume { bei längerem Aufenthalt	60 „
Versammlungs-Räume { bei kürzerem „	30 „
Volksschulen	12—15 „
Schulen für Erwachsene	25—30 „
Ställe verschiedener Art	180—200 „

Der Luftcubus.

Man könnte meinen, dass der kleinste Raum für den Aufenthalt eines Menschen genüge, wenn er nur genügend ventilirt wird.

Bedenkt man aber, dass alle Ventilationsmethoden unvollkommen sind, dass namentlich die natürliche Ventilation unvermeidlichen Störungen ausgesetzt ist, dass die Grösse des durch natürliche Ventilation erzielten Luftwechsels von der Grösse des zu ventilirenden Raumes wesentlich abhängt und mit seiner Abnahme sich vermindert, so ergibt sich, dass man ohne Gefahr, schlechte Zimmerluft zu erhalten, nicht unter eine bestimmte Grösse des für jeden Einzelnen nöthigen Luftraumes wird gehen können. Es kommt hiebei noch in Betracht, dass man stets Zug spürt, wenn per Stunde mehr als dreimal so viel Luft zugeführt wird, als der zu lüftende Raum gross ist. Aus dieser Regel ergibt sich zugleich annähernd die Grenze, innerhalb der man einen Wohnraum belegen sollte.

Verlangt man z. B. im Wohnraume per Person und Stunde 60 Cubikmeter Luft, so wird man in einem Zimmer, das 100 Cubikmeter Inhalt aufweist, höchstens fünf Personen placiren können. Auf je eine Person entfällt dann ein Raum von 20 Cubikmeter, der dreimal mit Luft erneuert, die gewünschten 60 Cubikmeter Luft jedem Insassen zuführt.

Thatsächlich nimmt man für Wohnräume 20 Cubikmeter als das Minimum des für jede Person nöthigen Luftraumes an.

In Krankenzimmern muss mit Rücksicht auf den weit grösseren Luftwechselbedarf der für jeden Kranken entfallende Luftcubus grösser sein, er wird gewöhnlich auf 40—50 Cubikmeter per Kopf angenommen.

Bei der Ermittlung des Luftraumes eines Locales sind selbstverständlich die Möbel, Oefen, sowie die Körper der Bewohner in Abzug zu bringen.

Fünftes Capitel.

Ventilation.

Durch die Ventilation soll der für die Erhaltung einer guten Luft nothwendige Luftwechsel erzielt werden. Luftwechsel ist nur durch Luftbewegung möglich. Luftbewegung wird aber bedingt *a)* durch Ungleichheiten des Druckes, *b)* durch mechanischen

Stoss, c) durch Diffusion, d. h. durch Ungleichheiten der Mischung und chemischen Zusammensetzung. Diese die Luftbewegung bedingenden Kräfte werden sowohl bei der natürlichen als bei der künstlichen Ventilation wirksam.

Unter der natürlichen Ventilation sind alle jene Ventilationsvorgänge zu verstehen, wo die disponiblen Naturkräfte ohne einen besonderen fortlaufenden Aufwand ausser jenem für die erste Einrichtung zur Ventilation verwendet werden. Es gehört hieher die Mauerventilation und jene durch die zufälligen Spalten und Undichten unserer Wohnungen, das allverbreitete Lüften durch Oeffnen von Thüren und Fenstern, sowie auch das Oeffnen besonderer, nächst dem Boden und der Decke der Zimmer angebrachter Oeffnungen. Hieher gehört auch die Benützung der Winde.

Unter den künstlichen Ventilationsmethoden, bei welchen die eingeleitete Bewegung der Luft einen besonderen Aufwand beansprucht, oder doch specifisch bedingt, findet eine Sonderung statt, je nachdem die nöthige Kraft für die Bewegung der Luft durch die Wärme oder durch künstlich hervorgerufene mechanische Bewegung geliefert wird.

Natürliche Ventilation.

Im Freien bewirkt der Wind und die abwechselnde Abkühlung und Erwärmung der verschiedenen Luftpartien eine fortwährende, äusserst lebhafte Bewegung der Atmosphäre. Aber auch im Zimmer herrscht durchaus keine absolute Luftruhe. Alle localen Veränderungen der Bewohner wirken auf die im Zimmer befindliche Luftmasse wie mechanische Stösse ein und setzen sie vermöge der ausserordentlichen Verschiebbarkeit und sehr geringen Attractionskraft der Luftmolecüle, die eine leichte Trennung und Annäherung gestatten, in unaufhörliche Bewegung. Der hauptsächlichste Grund der Luftbewegung im Zimmer aber ist die wechselnde Temperatur der verschiedenen Luftschichten, welche im fortwährenden Contact mit den verschieden temperirten Gegenständen eines Wohnraumes bald entweder erwärmt oder bald abgekühlt, dadurch leichter oder schwerer werden, sich zu erheben oder zu sinken beginnen.

Nebst dieser Bewegung, durch welche die Zimmerluft innerhalb des Zimmers selbst fortwährend örtlich verändert und in Folge dessen durch einander gemischt wird, besteht noch eine andere, durch welche ein fortwährender Austausch zwischen Zimmer- und Aussenluft stattfindet. Unsere Wohnungen sind nämlich durch poröses Material umwandet, sie besitzen weiter mancherlei Fugen und Ritzen, welche eine Communication zwischen Innen- und Aussenluft herstellen. Die Mauerporen und die zufälligen Spalten an Fenstern und Thüren sind die Wege, durch welche Zimmerluft austreten und frische Luft von aussen eintreten kann. Die Motoren aber, welche diesen Luftwechsel bewirken, sind wieder die Temperaturdifferenzen innerhalb und ausserhalb des Wohnhauses, die Stärke des Windes im Freien und das Diffusionsbestreben der zwei

durch die Wandungen des Hauses getrennten Luftmischungen. Durch diese Wege und mit diesen Mitteln findet die natürliche Ventilation ganz ohne unser Zuthun fortwährend statt.

Bezüglich des quantitativen Effectes, mit dem die einzelnen Motoren hiebei arbeiten, ist noch Weniges sichergestellt. Wie viel von dem etwa beobachteten Gesammteffect auf Rechnung jedes einzelnen Factors zu setzen ist, das zu bestimmen ist zur Zeit ein vergebliches Bemühen. Im Allgemeinen wird man vom Standpunkte der Ueberlegung und mit Bezug auf einzelne diesbezügliche Experimente sagen können, dass der Einfluss der Temperaturdifferenz und der Diffusion für die Grösse des Effectes durch die natürliche Ventilation kein sehr bedeutender sein kann, dass dagegen der Einfluss des Windes in dieser Beziehung ganz besonders in den Vordergrund tritt.

Geklärter ist unser Wissen betreffs der Bedeutung, welche die verschiedenen Baumaterialien, die wir zur Herstellung der Wände unserer Wohnungen benützen, als Wege für die natürliche Ventilation haben. Die zufälligen Spalten und Ritzen an Thüren, Fenstern u. s. w. hingegen entziehen sich eben wegen ihrer Zufälligkeit vergleichenden Beobachtungen. Ihre Bedeutung für die Grösse der natürlichen Ventilation ist in jedem Falle eine andere, sie ist für jedes einzelne Local eigenthümlich und man kann nicht den analogen Befund auf andere Orte und nicht im nämlichen Raume auf andere Zeiten übertragen.

Ein Bild von dem ungefähren Einflusse auf die Ventilationsgrösse lässt sich aus Pettenkofer's hierüber angestellten Versuchen gewinnen. Die Luftzufuhr in Pettenkofer's Arbeitszimmer betrug am 19. März 1857 bei 19° Temperaturdifferenz 75 Cubikmeter, während sich dieser Betrag, nachdem alle Fugen an Fenstern und Thüren mit starkem Papier und Kleister verklebt waren, am 11. December des gleichen Jahres bei der gleichen Temperaturdifferenz von 19° C. auf nur 54 Cubikmeter, also um 28% verminderte. Freilich können an diesen in der Zeit so weit auseinander liegenden Tagen die übrigen Verhältnisse verschieden gewesen sein, aber sicher kann man aus dieser Beobachtung mit Recht schliessen, dass die Poren der Baumaterialien für den Luftdurchgang mehr Wege offen lassen, als die zufälligen Oeffnungen.

Die Permeabilität der Baumaterialien, welche nach dem oben Gesagten die Grundlage der natürlichen Ventilation bildet, ist vorzugsweise für unsere Wohnungen, bei welchen man von künstlicher Ventilation abzusehen pflegt und neben dem Lüften durch die Fenster die Beschaffung der ganzen nöthigen Menge reiner Luft von der Porosität erwartet, von hoher Bedeutung.*) Es wäre deshalb sehr erwünscht, wenn wir bequeme und exacte Methoden hätten, durch welche der Grad der Durchlässigkeit der Baumaterialien für Luft bestimmt werden könnte. An solchen Methoden, die Einfachheit und Exactheit vereinigen, fehlt es noch gegenwärtig. Meist wird man das von Lang eingeschlagene Verfahren anwenden können.

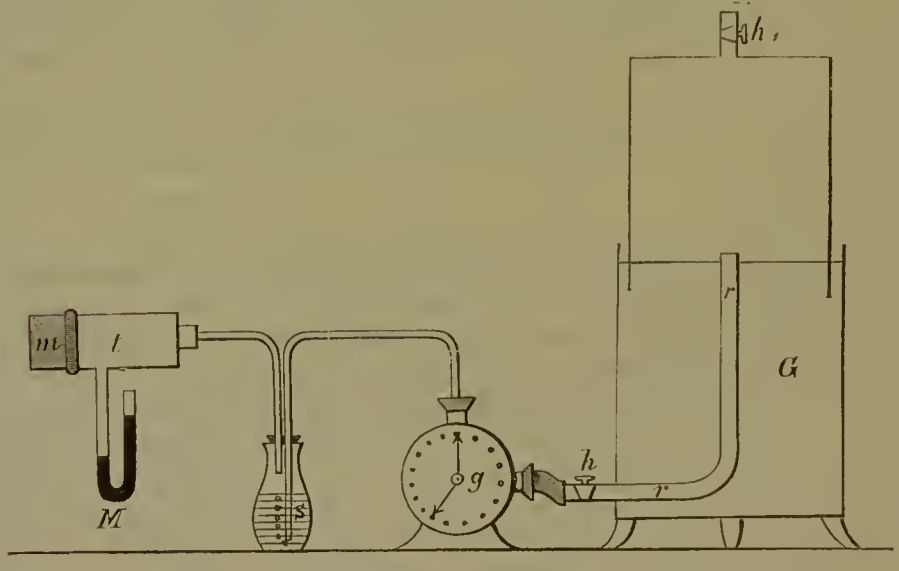
*) Lang, über natürliche Ventilation Stuttgart 1817 p. 69.

Verfahren zur Prüfung der Permeabilität der Baumaterialien.

Lang's Verfahren*) zur Prüfung der Permeabilität der Baumaterialien beruht darauf, dass man unter einem bestimmten zur Ermittlung der Permeabilitäts-Constanten stets gleich gehaltenen Druck eine gemessene Quantität Luft in bestimmter Zeit durch das Material führt. Dazu verwendet man nachstehende schematisch dargestellte Versuchsvorrichtung (Fig. 56).

In dem Gasometer G wird die durch den Hahn h_1 eingesogene Luft comprimirt, wobei der Druck durch aufgelegte Gewichte regulirt werden kann; die mit einem Hahn h versehene, für den Ausfluss der Luft bestimmte Röhre wird durch einen Kautschukschlauch mit der Gasuhr g in Verbindung gebracht. Von da aus wird die Luft durch den Schwefelsäurekolben s behufs der Trocknung geleitet und gelangt hierauf durch den mit Röhrenansatz versehenen Metalltrichter t zum

Fig. 56.



Manometer M und zu dem Versuchsmateriale m. Dieses muss an den seitlichen Flächen mit einer luftdichten Schicht (aus Rohwachs und Stearin) überzogen sein, wird mit einer seiner beiden freien Flächen an den Metalltrichter angesetzt und dann am Rande mit der luftdichten Schicht zusammengekittet.

Naehdem durch den Hahn h_1 der Gasometer gefüllt ist, öffnet man unter Beobaehtung der Zeit des Beginnens des Versuches den Hahn h, wodurch die eomprimirte Luft durch die Gasuhr in den Sehwefelsäurekolben zu dem Beobaehtungsmateriale in den Manometer gelangt.

Der Grad der Compression vor dem Beobachtungsmaterial wird direct an dem Manometer, die Menge der durch das Versuchsobject

*) Lang, l. c. p. 72.

gegangenen Luft an der Gasuhr abgelesen. Die von Lang mit diesem Apparate vorgenommenen Experimente lehrten:

1. Dass die unter Druck durch eine poröse Scheidewand fliessende Gasmenge nahezu proportional der Druckdifferenz auf der einen und der anderen Seite der porösen Scheidewand ist.

2. Dass die unter constantem Drucke durch homogenes poröses Material fliessende Luftmenge der Dicke des Versuchsstückes umgekehrt proportional ist.

3. Dass die einzelnen Materialien in ihrer Permeabilität so durchaus verschieden sind, dass eine Schlussfolgerung z. B. von einem Ziegelstein auf den anderen (sogar aus demselben Brand) nicht gezogen werden kann. Lang hat gefunden, dass Mörtelstücke, aus demselben Mörtelbrei gefertigt, verschiedene Permeabilität hatten, je nachdem die Proben gleich nach dem Anrühren des Breies oder einige Zeit später gemacht waren. Der französische Sandstein liess den vierzigfachen Betrag von Luft durch, wie ein dichter Solinger Sandstein. Am durchgängigsten ist der gewöhnliche Luftmörtel und manche Sorten von Schlackenstein, dann folgen Ziegel, während Bruchstein und gegossener Gyps nur wenig und glasirte Klinker gar nichts durchlassen.*) (Dadurch aber, dass Bruchsteinmauern zu einem grossen Theil aus Mörtel bestehen, kommt ihre Durchgängigkeit derjenigen der Ziegelsteinmauern nahe.)

4. Bei allen Baumaterialien spricht bezüglich ihrer Permeabilität noch der Feuchtigkeitsgehalt derselben mit, der wieder von der Porosität abhängt. Je feuchter eine Wand ist, desto weniger durchlässig ist dieselbe, denn die Poren werden durch Wasser verstopft. Durch theilweises Benetzen mit Wasser wird die Durchlässigkeit der Baumaterialien in einem der Erfüllung der Poren mit Wasser entsprechenden geraden Verhältniss verwendet. Die Permeabilität erleidet bei Durchfeuchtung um so weniger Einbusse, je grösser die Poren des Materials sind.

5. Ferner ist die Bekleidung und der Anstrich von wesentlichem Einfluss. Ein Anfärben mit Kalkfarbe ist am wenigsten hinderlich, ein einmaliger Oelfarbenanstrich bedeutend und ein zweimaliger oder ein Wasserglasanstrich machen die Permeabilität ganz und gar zu Null. Leimfarbe behindert die Durchlässigkeit einer Wand um so mehr, je stärker der verwendete Leim war und Tapetenbekleidung reducirt die Permeabilität circa auf die Hälfte, wobei jedoch auch das Klebmittel, je nach seiner Zähigkeit, in Betracht kommt.

Förderung der natürlichen Ventilation.

Mit Rücksicht auf die früher hervorgehobenen Versuche Pettenkofer's, wonach bei nicht verklebten Thüren und Fenstern und bei 19° Temperaturdifferenz in einem Zimmer 75 Cubikmeter Luft in der Stunde ausgewechselt werden, kann man annehmen, dass in unseren mittleren Wohnungen, wenn sie trockene, poröse, mit zweckmässigen Anstrichen versehene Wände haben, wenn die Zimmer gross

*) Fleck's Jahresbericht 1874. p. 83.

genug sind und wenn sie von wenigen gesunden Menschen bewohnt werden, eine nicht unbeträchtliche, für viele Fälle ausreichende Ventilation vorhanden ist.

Man kann durch eine Menge einfacher Vorrichtungen die wirksamste Ausnützung der ventilirenden Kraft der Motoren der natürlichen Ventilation fördern und so den Effect der natürlichen Ventilation bedeutend erhöhen.

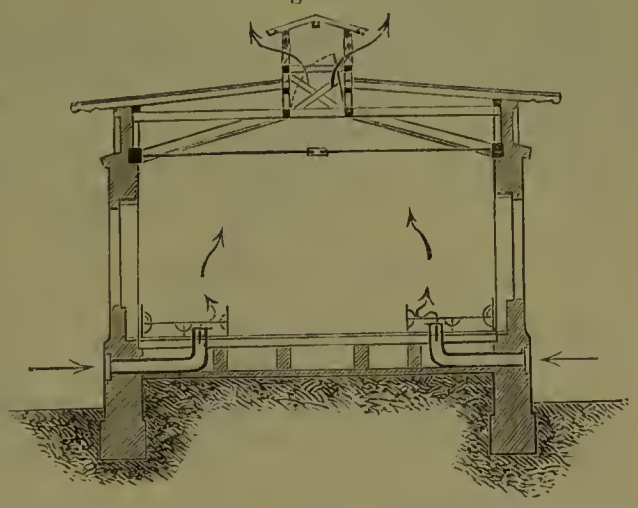
Die einfachste Methode zur Förderung der natürlichen Ventilation ist hinreichend langes Oeffnen der Fenster und Thüren, namentlich gegenüber liegender. Nimmt man eine Geschwindigkeit der äusseren Luft von 1 Meter in der Secunde und Fenster von 3 Quadratmeter Fläche an, so wird der betreffende Raum durch je zwei gegenüberliegende Fenster von stündlich 10800 Cubikmeter Luft passirt. Diese volle Wirkung wird aber nur beobachtet, wenn der Wind senkrecht zum Fenster einströmt; ist seine Richtung eine schiefe, so geht ein Theil derselben verloren; bläst aber der Wind parallel zum Fenster, so findet eine Absaugung der Zimmerluft in die äussere Atmosphäre statt.

Ausser durch Oeffnen der Thüren und Fenster kann man den Luftwechsel auf einfache Weise weiter verstärken und reguliren, wenn man sogenannte Windrädchen, durchlöcherte Metall- oder Glasschieber, ferner aus horizontal beweglichen Glasstreifen hergestellte Jalousien, Sheringham-Klappen u. s. w. an Fenstern und Thüren oder an den Aussenwänden anbringt. Durch diese Vorrichtungen wird die Heftigkeit der Luftströmung vermindert; auch lässt sich hiedurch der eintretenden Luft eine bestimmte Richtung anweisen, und dadurch Zug verhüten. Besonders zweckmässig ist es, die Fensterscheiben so einzurichten, dass sie bequem gegen die Fensterfläche horizontal nach innen und oben geöffnet werden können, so dass die einströmende Luft gegen die Decke geleitet wird. Selbstverständlich würde durch eine völlig freie Oeffnung in der Wand, in der Thüre oder im Fenster mehr Luft durchgehen, als wenn in einer solchen ein Windrad oder ein Kreisel angebracht ist. Das Windrad vermindert nur das Quantum des Luftstromes, denn dieser muss, um das Rad in Drehung zu versetzen, eine Arbeit verrichten und verliert dabei an Geschwindigkeit. Da nun noch der Querschnitt der Oeffnung durch das Rad verengt wird, so ist leicht einzusehen, dass der Effect ein weit besserer wäre, wenn das Rad nicht da wäre, sondern nur die unverengte Oeffnung. Der Zweck derartiger Vorrichtungen ist aber, die einströmende Luft zu vertheilen, den directen Luftstrom abzulenken, den Zug zu beheben.

Man kann den Luftwechsel weiter verstärken und reguliren, wenn man kleine Canäle in den Aussenwänden anlegt, etwa unmittelbar über dem Fussboden, in den Sockeln und Schienerleisten, aus denen frische Luft von aussen in's Zimmer treten kann, während man unter der Decke ähnliche Abzugsöffnungen für die wärmer gewordene und verdorbene Luft münden lässt. Zu dieser Gattung von Ventilation gehört die sogenannte Firstventilation, welche bei Krankenpavillons für den Luftwechsel häufig angewendet wird.

Es wird hiebei die Aussenluft mittelst Thonröhren direct unter die Krankenbetten und von hier aus durch eine Oeffnung in der Decke des Saales (Fig. 57) zum Dachfirst geführt. Für den Winter sind die Thonröhren durch Klappen und die Oeffnung in der Decke durch fallthürenartig eingeführte Verschlüsse abzusperren, während dann die Ventilation durch ein besonderes Aspirationssystem bewirkt wird. Auch bei solchen Ventilationseinrichtungen ist es zur Verhinderung des Zuges zweckmässig, an den Eintrittsöffnungen für frische Luft Vergitterungen, Rädchen, Schieber u. s. w. anzubringen, um so den directen Luftzug entweder abzulenken oder denselben zu vertheilen.

Fig. 57.



Man hat auch durch die Decken in den Dachraum oder in's Freie mündende Luft-Abzugsschlotte, die oben in Form einer mit Jalousien versehenen Laterne münden, angelegt und dieselben diagonal getheilt, um vier verschiedene bei jeder Windrichtung wirkende Canäle mit Luftabzug und Luftzufuhr zu haben (Muir'scher Vierrichtungs-Ventilator); oder man hat zwei Röhren von der gleichen (Hammond) oder von verschiedener Länge (Mc. Kinnel) in einander gesteckt, von der Zimmerdecke in's Freie geführt, damit die innere Röhre die Stubenluft abführe, die äussere in umgekehrter Strömung die frische Luft zuführe.

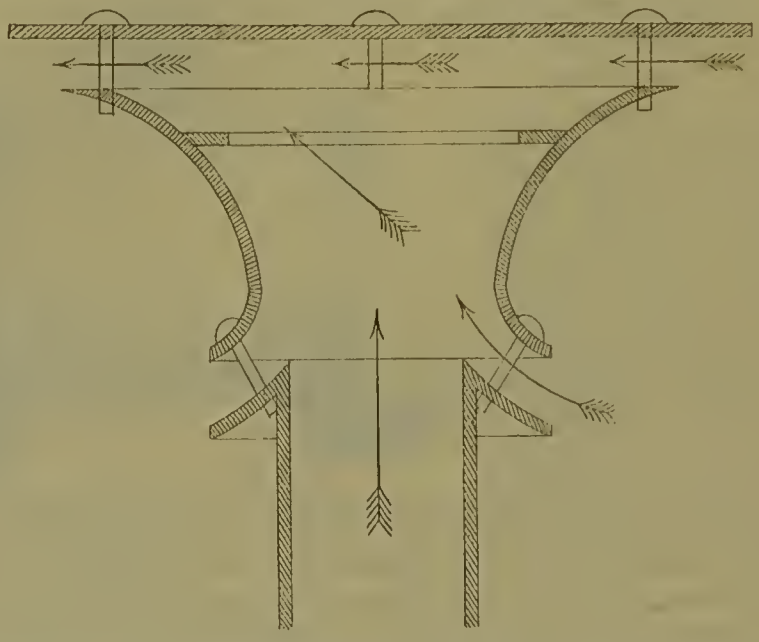
Die Wirkung aller dieser Einrichtungen ist ziemlich ungleichmässig, weil sie ja von den äusseren Luftverhältnissen abhängt, und unsicher, weil die bewegende Kraft im Verhältniss zu den störenden Einflüssen zu gering ist.

Zur Elimination der letzteren und zur Verstärkung der natürlichen Ventilation durch den Wind wendet man gewisse Schornstein-Aufsätze an, unter denen sich der von Wolpert angegebene als der zweckmässigste erwiesen hat.

Der Wolpert'sche Rauch- oder Luftsauger verwerthet die Thatsache, dass der Wind hinter einem Körper, den er trifft, eine Luftverdünnung hervorruft, so dass in einem Rohre, dessen seitliche Oeffnung von ihm abgewendet ist, ein Aspirationsraum erzeugt wird. Wird ein Luftstrom unter irgend einem Winkel gegen eine Fläche geblasen, so wird derselbe nicht etwa unter dem Einfallswinkel reflectirt, sondern er breitet sich über die ganze Fläche hin aus und strömt in der Richtung derselben ab. Bläst man daher gegen eine cylindrische Fläche, so umströmt die Luft den ganzen Cylindermantel und fliesst alsdann in derselben Richtung, die sie vorher hatte, weiter. Jeder Luftstrom reisst in Folge der Reibung die in der

Nähe befindlichen Lufttheilchen mit sich fort und veranlasst hiedurch in seiner Nähe eine absolute Luftverdünnung. Der Wolpert'sche Sauger*) (Fig. 58) besteht aus einem gekrümmten Schirm,

Fig. 58.



einem nach oben ausgeschweiften Mantel (Saugkessel) und aus einer horizontalen Deckplatte, welche drei Theile mit freien Zwischenräumen für den Eintritt des Windes durch Stifte unter einander ver-

Fig. 60.

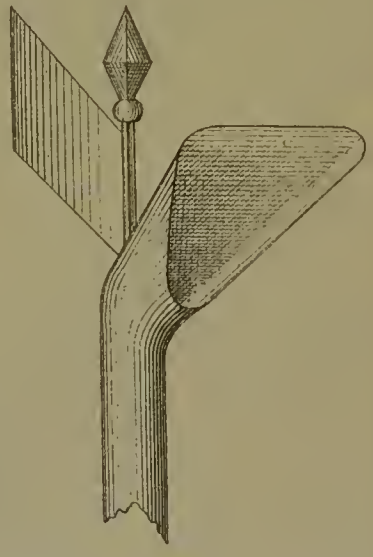
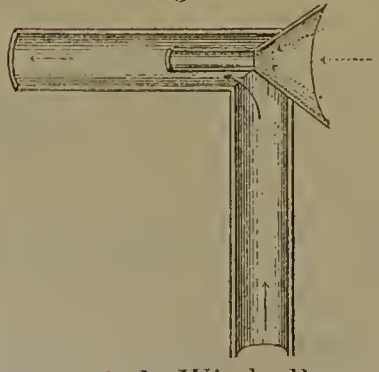


Fig. 59.



bunden sind. Wind, Regen und Sonnenstrahlen können bei keiner Richtung in den Schornstein fallen, es entsteht vielmehr unter allen Verhältnissen im mittleren Theile des Apparates eine bedeutende Luftverdünnung.

*) Wolpert, Principien der Ventilation und Luftheizung. 1860. p. 178, 306.

Comprimirte Luft oder Wasserdampf wirken beim Ausblasen in einer weiteren Röhre in ähnlicher Weise saugend, wie es bei dem Wolpert-Sauger der Wind thut (Fig. 59).

Um die pressende Kraft des Windes zu verwerthen, werden knieförmig gebogene, trichterförmig sich erweiternde, theils stabile, theils drehbare, und zwar mit der Trichteröffnung sich gegen den Wind stellende Windkappen (Windfangröhren) (Fig. 60), auf die Luftzuführschläuche aufgesetzt (bei Dampfschiffen, Eisenbahnwaggons). Bewegliche Apparate dieser Art sind wenig solid, auch stauben sie, rosten und werden bald abgenützt und unbrauchbar.

Hemmende Momente der natürlichen Ventilation.

Aus dem bisher Erörterten geht hervor, dass die Permeabilität der Baumaterialien die Grundlage der natürlichen Ventilation ist, und dass der Effect derselben hauptsächlich mit der grösseren oder kleineren Luftdurchlässigkeit der Wände unseres Wohnhauses wächst und fällt.

Für die Permeabilität unserer Wohnungswände, mögen sie aus welchen Materialien immer aufgebaut sein, ist der Umstand von besonders grosser Bedeutung, ob und in welchem Grade die Wände feucht sind. Die Trockenheit oder das Feuchtsein der Wohnungswände ist nicht nur mit Rücksicht auf die Vorgänge der natürlichen Ventilation, sondern noch in mehrfach anderer Beziehung für die Gesundheit der Inwohner von ausserordentlicher Bedeutung und es dürfte deshalb hier am Platze sein, die hygienischen Seiten feuchter Wohnungen zu erörtern.

Man darf nicht glauben, ein nasser Untergrund sei die einzige Ursache der feuchten Wohnungen. Oft genug ist er es freilich, aber längst nicht immer.

Auch verursacht ein feuchter Untergrund nicht immer nasse Quartiere. Es gibt Häuser und Etablissements genug, welche mitten im Wasser stehen und dennoch in allen ihren Räumlichkeiten ganz trocken sind. Wenn aber auf nassem Untergrund mit porösem, Flüssigkeiten leicht aufsaugendem Material gebaut wurde — viele Sorten von Kalk- und von Sandsteinen zeigen diese Eigenschaften — so nehmen die Wandungen durch Capillar-Attraction viel Wasser auf und werden feucht. Auf diese Art entstandene Wandfeuchtigkeit ist am bemerkbarsten in den zunächst dem Erdboden gelegenen Gemächern, besonders, wenn der Boden des Erdgeschosses tiefer liegt, als das Niveau des umgebenden Erdreiches.

Hieraus ergeben sich die Mittel zur Verhütung der Gefahren eines nassen Bauuntergrundes. Sie sind nach den obwaltenden Umständen verschieden. Bald muss getrachtet werden, durch Bau auf gebeizten Pfählen oder durch Legung von Drainageröhren die Feuchtigkeit des Bodens abzuhalten, oder man muss die Fundamentirung sehr tief legen, wasserdicht machen, cementiren; oder man errichtet Etagebauten auf asphaltirtem Grundbau und unter-

kellert das ganze Gebäude; jedenfalls aber muss man bei der Auswahl des Baumaterials sehr sorgsam sein und solche Ziegel und Bausteine vermeiden, welche vermöge ihrer physikalischen Beschaffenheit Wasser leicht aufsaugen und es lange zurückhalten.

Ein Gebäude kann aber auch ebenso von oben aus feucht werden wie von unten. Wenn das Tagwasser keinen raschen Abfluss hat, kann es ebenso leicht Wandfeuchtigkeit verursachen wie das Grundwasser; der Regen und der Schnee sollen möglichst bald und vollständig vom Dache des Hauses abgeleitet werden. Das spitze Dach wird diese Aufgabe besser erfüllen, als das flache. Echter Schiefer und eine Bedeckung aus gut gebrannten Dachziegeln werden die Feuchtigkeit nicht durchlassen, Schindel- und Strohdächer dagegen halten sie lange zurück. Das Dach soll luftig sein und die Luftfeuchtigkeit aus dem Innern des Hauses und aus dem Dachraum rasch entweichen lassen. Ein Dach von Metall ist zu wenig luftdurchlässig. Bei einem solchen Dache müssen verhältnissmässig mehr Dachlucken vorhanden sein, als bei einem porösen Schiefer- oder Ziegeldach, sonst werden die Bodenlocalitäten feucht und verrathen Schimmelgeruch.

Die sorgfältige und zweckmässige Legung der Dachrinnen und die Ableitung des Dachwassers in einen Canal, gute Pflasterung u. s. w. werden die Wände und den Grund des Hauses vor Durchnässung schützen.

Eine weitere, häufige und sehr ausgiebige Quelle, welche die Wohnräume feucht macht, ist die Verwendung von ungeeignetem Bauwasser bei Herstellung des Hauses. Wenn das beim Bau zum Mörtelmachen verwendete Wasser viel salpetersaure Salze und Chlorverbindungen enthält, so sollte es niemals für Bauzwecke benützt werden. Es ergibt sich das aus folgender Betrachtung. Der Kalk, den man zum Mörtelmachen braucht, verbindet sich mit dem Chlor der Chlorverbindungen des Wassers zu Chlorcalcium. Dieses sowohl, sowie die salpetersauren Salze sind bekanntlich Körper, welche die Fähigkeit besitzen, beträchtliche Mengen von Krystallwasser zu binden. So vermögen 56 Gewichtstheile vollkommen wasserfreien Chlorcalciums 108 Theile Wasser anzuziehen und zurückzuhalten. Wenn aber über wasserhaltiges Chlorcalcium trockene Luft strömt, so gibt ersteres an letztere einen Theil des Wassers wieder ab und wird dadurch relativ trockener. Gerade so verhält sich auch jenes Chlorcalcium und die salpetersauren Salze, welche nach dem Verdampfen des Mörtelwassers in den Mauern des Gebäudes zurückbleiben. Sie wirken wasseranziehend bei feuchter Witterung oder bei stärkerem Wassergehalt der Luft, und geben das Wasser wieder ab, sobald die das Mauerwerk umgebende Luft einen gewissen Grad von Trockenheit erreicht. Wände, zu deren Mörtel solches Wasser benützt wurde, erscheinen bald trocken, bald nass, bald saugen sie Feuchtigkeit auf, bald dunsten sie dieselbe ab. Durch diesen ununterbrochen ablaufenden Wechsel bröckelt sich das Mauerwerk ab, zerfällt, und der Mauerfrass macht immer grössere Fortschritte. So ist dann ein Uebel gesetzt, das stetig wirkt und gegen das es

keine Hilfe gibt; die eingetrockneten, hygroskopisch wirkenden Salze des Mauerwerks können nicht beseitigt oder in ihrer Wirkung unschädlich gemacht werden, ausser durch gänzliche Entfernung des sie enthaltenden Baumaterials.

Das ungeeignete Bauwasser ist aber nicht die einzige Ursache dieser Art von Mauerfeuchtigkeit. Auch mit gutem Wasser gebaute, und selbst längere Zeit nach dem Bau ganz trocken gewordene Mauern können chlorcalcium- und salpetersalzhaltig und demnach im oben besprochenen Sinne feucht werden, wenn durch Unwissenheit, Unzweckmässigkeit und Unreinlichkeit die Mauern nachträglich mit den erwähnten, wasseranziehenden Substanzen infiltrirt werden. Es ist das häufig der Fall. Wenn die Abortschläuche undicht geworden sind, und deshalb jene Massen, welche durch sie abfliessen sollten, die Mauern beschmutzen, wenn die Wände und der Fussboden der Pissoirräume nicht durch Cement, Asphalt oder in anderer Art gegen Infiltration geschützt sind, sondern durch Excremente besudelt werden, so müssen die stickstoffhaltigen Substanzen, welche mit der Wand in Berührung kommen und zum Theil von derselben aufgesaugt werden, innerhalb des porösen Mauerwerks sich oxydiren, und nachdem sie zu salpetersauren Salzen umgewandelt sind, die obenerwähnten Uebelstände verursachen.

Am häufigsten werden die Wohnräume feucht durch ein unzweckmässiges Gebahren der Bewohner selbst. Man erinnere sich nur, dass ein erwachsener Mensch etwa $1^1/_2$ Kilogr. Wasser durch die Haut und Lunge an die ihn umgebende Luft täglich abgibt. Wird also ein zu kleiner Wohnraum von mehreren Personen benützt, so sammeln sich in kurzer Zeit sehr beträchtliche Quantitäten von Wasserdampf in der Luft an. Dieselben steigern sich bald so, dass die ganze Wassermenge nicht mehr schwebend, nicht mehr in gespannter Form erhalten werden kann, ein grösserer oder kleinerer Theil dieses vom Stoffwechsel herstammenden und aus dem Organismus ausgeschiedenen Wassers schlägt sich an den kälteren Wandungen nieder, macht sie feucht, durchtränkt sie. Diese Erscheinungen werden um so früher und um so intensiver eintreten, je dichter ein Wohnraum besetzt, je geringer sein Cubikinhalt ist, je leichter seine Wandungen abgekühlt werden können und je weniger er gelüftet wird. Dicke Mauern kühlen sich beim Fallen der äusseren Temperatur bedeutend langsamer und weniger ab, als dünne. Unter sonst gleichen Umständen werden demnach dicke Mauern weniger feucht als die dünnen. Das beste Hilfsmittel gegen diese Art der Durchfeuchtung der Wände ist und bleibt Reinlichkeit, möglichst geringer Belag mit Insassen, häufige und ausreichende Lüftung, insbesondere zu Zeiten, wenn die Aussenluft trockener ist, und die Abhaltung anderweitiger Wasserdünste. So einfach diese Abhilfe erscheint, so schwierig ist sie in den meisten Fällen durchführbar. Der Arme lüftet nicht, weil er damit theuer erkaufte Wärme verlieren zu müssen glaubt, er wohnt enge zusammengepfercht mit seiner Familie, weil er für eine geräumige Wohnung den Zins nicht erschwingen kann oder seinen Lohn lieber für Befriedigung anderer Bedürfnisse verausgabt als für ein

gesundes Quartier. Bei Hofwohnungen bleibt das Lüften, selbst wenn es fleissig vorgenommen wird, häufig ohne Erfolg, weil die Hofluft selbst eine stagnirende ist, und die Fenster und Thüren gar vieler Hofwohnungen nur in dunkle Gänge und übelriechende Räume münden. Aber auch der Wohlhabende sündigt in dieser Beziehung vielfach. Müssen denn die schönsten, luftigsten, sonnigsten und geräumigsten Zimmer zu eitlen Prunkgemächern verwendet werden, in denen einzelne Familienglieder nur eine viertel- oder halbe Stunde lang während des Tages verbleiben, die viel benützten Kinder- und Schlafzimmer hingegen so häufig in die dunkleren Nebenstuben verlegt werden? Als ob nicht gerade hier für das beste Licht, die gesundeste Luft und die grösste Trockenheit gesorgt werden sollte! Viele Inwohner unterlassen es, die Küche fleissig zu lüften. Die Folge davon ist, dass die anstossenden Wände durch die massenhaften Dünste, welche sich in der Küche entwickeln, in kurzer Zeit gänzlich durchnässt werden. Zudem wird auch häufig die Küche als Waschlocale für Wäsche benützt, sogar in Häusern, welche eigene Waschküchen haben, weil die Hausfrauen es ökonomischer und bequemer finden, mit den Speisen gleichzeitig auch die schmutzige Wäsche auszukochen.

Dass neugebaute Häuser noch längere Zeit nach ihrer Vollendung feuchte Wände aufweisen, ist eine allgemein bekannte Thatsache. Sie lässt sich leicht erklären, wenn man sich vergegenwärtigt, dass beim Aufführen eines Hauses sehr bedeutende Mengen Wasser in die Wände hineingebracht werden; ein gewöhnliches Wohnhaus von drei Etagen mit je fünf Zimmern erfordert beim Bau etwa 80.000 Liter Wasser, welches Wasserquantum natürlich erst wieder zum grössten Theile fortgeschafft sein muss, wenn die Wohnungen ohne Gesundheitsschaden bewohnt werden sollen. Der Zeitpunkt, wann ein solcher Neubau als genügend ausgetrocknet erachtet werden kann, wechselt sehr bedeutend. Es richtet sich das nach dem Baumateriale, nach der Jahreszeit, der Witterung, nach dem Umstand, ob das Haus hinreichend vom Winde bestrichen wird oder nicht, und nach vielen anderen Verhältnissen.

Gesetzliche Bestimmungen, durch welche für jeden Neubau eine bestimmt und gleichartig präcisirte Frist festgesetzt ist, innerhalb welcher ein fertig gewordenes Haus nicht bezogen werden darf, haben deshalb nur einen relativen Werth. Nur auf Grund der Beurtheilung und des Ausspruches Sachverständiger sollte der Consens des Wohnungsbezuges gegeben werden. Nichts ruft dauernd feuchte Wände leichter hervor, als wenn vom Bau nicht völlig ausgetrocknete Häuser zu frühzeitig bezogen werden.

Der gesundheitsschädliche Einfluss feuchter Wohnungen ist zwar statistisch nicht zu beweisen, durch die ärztliche Erfahrung aber zur Genüge festgestellt. Pettenkofer führt ihn zurück erstens auf die Beeinträchtigung der Ventilation und Gasdiffussion, indem die Poren der Wand durch Wasser verschlossen und verengt sind, — zweitens auf Störungen in der Wärme-Oekonomie unseres Körpers, indem nasse Wände als einseitig abkühlende Körper wirken und

theils durch besseres Wärmeleitungsvermögen, theils durch die in ihnen entstehende Verdunstungskälte gerade so wie nasse Kleider unseren Wärmeverlust durch einseitig vermehrte Strahlung und Leitung beträchtlich erhöhen.

Ist einmal die Wand feucht geworden, so trägt sie selbst dazu bei, um noch feuchter zu werden. Eine mit Feuchtigkeit getränkte Wand stellt eine grosse Verdunstungsfläche dar. Zum Verdunsten ist aber Wärme nothwendig. Diese Wärme wird der nächsten Umgebung entzogen, die Wand fühlt sich deshalb kalt an und wirkt auf die sie bestreichende Luft wie ein Condensator, sie schlägt, indem sie die Lufttemperatur erniedrigt und dadurch das Vermögen der Luft, bestimmte Quantitäten von Wasserdampf schwebend zu erhalten, vermindert, immer neue Quantitäten von Wasserdampf in tropfbar flüssiger Form nieder. So vermehrt sich das einmal gesetzte Uebel von selbst immer weiter, gerade so wie der einmal entstandene Rostüberzug auf Eisen weiteres Rosten bedingt. Dazu kommt noch, dass das in das Mauerwerk eingesaugte Wasser die Wände für Luft undurchlässig macht und so die Diffusion der äusseren mit der Stubenluft erschwert oder aufhebt. Diese Hemmung der Diffusionsvorgänge macht sich natürlich sehr bald in Bezug auf die Qualität der Stubenluft in schädlicher Weise geltend. Wegen mangelnder Ventilation erhält die Stubenluft in kurzer Zeit alle Charaktere des Verdorbenseins. Sie riecht übel, modrig, schimmlig. Es kommt das zum Theil auch daher, weil in den indiffundirbaren Wänden, namentlich in den sogenannten todten Winkeln, begünstigt durch die übermässige Feuchtigkeit und das Vorhandensein der verschiedenartigsten animalischen Exhalationsstoffe, reichlich Schimmelvegetationen entstehen, die sich rasch entwickeln, aber auch rasch absterben, und deren Zersetzungsproducte und Sporen neuerdings zur weiteren Luftentmischung beitragen.

Es erklärt sich demnach, warum in feuchten Wohnungen nicht blos häufig die sogenannten Erkältungskrankheiten (Schnupfen, Rheumatismen, Bronchial- und Darmkatarrhe) ihren Anfang nehmen, sondern warum auch solche Krankheitsformen daselbst häufig zum Ausbruch kommen, bei welchen Störungen der Ernährung und Blutentmischung die wesentlichsten Erscheinungen sind (Skrophulose, Tuberculose, Chlorose).

Prüfung auf Wandfeuchtigkeit.

Mit Rücksicht auf die gesundheitliche Bedeutung der Wandfeuchtigkeit wäre es von grossem Werth, wenn exacte Methoden zur Verfügung stünden, die über den Grad der Wand- oder Bodenfeuchtigkeit einen für praktische Fragen verwerthbaren Aufschluss liefern würden.

In der hygienischen Praxis pflegt man meist den Feuchtigkeitsgrad der Mauern nach Beobachtungen zu beurtheilen, die mehr oder minder auf dem subjectiven Ermessen beruhen und nicht einmal zu einer qualitativen Diagnose genügen.

Dahin gehört die Prüfung mit dem Gesichtssinn, nämlich das Beschauen der Wände und das Beobachten nasser Stellen, weiter das Befühlen der Wände mit den Händen, wobei das Empfinden eines stärkeren Kältegefühles auf grössere Durchfeuchtung der Wand deutet und das Beklopfen der Wände mit irgend einem festen Instrumente, um nach dem entstehenden volleren oder gedämpfteren Schall auf einen fehlenden, geringeren oder grösseren Wassergehalt zu schliessen. Alle diese Methoden können kein befriedigendes Resultat liefern und sind nur zu sehr geeignet, den amtlichen Arzt steten Compromittirungen auszusetzen.

Umsomehr ist es zu bedauern, dass es bis jetzt nicht gelungen ist, statt dieser ganz unverlässlichen Prüfungsmethoden exacte Untersuchungsmittel, welche sichere Anhaltspunkte liefern, in Anwendung zu bringen. An diesbezüglichen Vorschlägen hat es, freilich nicht gefehlt.

Ein Vorschlag geht dahin, den Wandputz an verschiedenen Wandstellen zu entnehmen und durch Einlegen in den Trockenapparat den Wasserverlust zu bestimmen. Gegen dieses Verfahren wird aber eingewendet, dass man nicht den Wassergehalt der Wand, sondern einer Wandstelle bestimme, während ein rationelles oder arithmetisches Verhältniss zwischen beiden nicht besteht.*)

Weiter kommt in Betracht, dass eine Normalquantität des Wassers, welches ein Raumtheil Zimmerwand enthalten oder nicht enthalten darf, um sie vor einem merklich störenden Einfluss auf das Befinden der Bewohner zu bewahren, nicht bekannt ist, so dass, wenn man auch wirklich dahin gelangen sollte, den Wassergehalt einer Wand mathematisch, etwa procentarisch zu bestimmen, man doch nicht wüsste, wie das Resultat verwerthet werden solle, d. h. welcher Procentsatz an Feuchtigkeit als zulässig oder aber als indifferent oder als schädlich zu bezeichnen sei.

Man hat weiter vorgeschlagen, psychrometrisch zu versuchen, um wieviel der Wassergehalt der in Zimmern eingeschlossenen Luft durch Heizen vermehrt wird, um daraus einen Schluss auf Nässe oder Trockenheit der Wände machen zu können. Man stellt sich nämlich vor, dass im Falle, als die Wände vollkommen trocken sind, auch nach der Heizung die Zimmerluft die gleiche absolute Feuchtigkeitsmenge aufweisen werde, wie vor der Heizung, während feuchte Wände in Folge der Einwirkung der höheren Temperatur während des Heizens einen Theil ihres Wassers verdunsten und so die absolute Feuchtigkeit der Zimmerluft vermehren werden. Dieses Verfahren dürfte schon deshalb zwecklos sein, weil die etwa gefundene Differenz im Wassergehalt Einflüssen verschiedener Art, so z. B. der natürlichen Ventilation und nicht blos der Wandfeuchtigkeit zugeschrieben werden kann.

Da es also bis jetzt nicht gelingt, durch directe Bestimmung des in der Wand enthaltenen Wassers ein Urtheil über deren rela-

*) Gläsgen, Ueber den Wassergehalt der Wände und dessen quantitative Bestimmung Ztschr. f. Biol. 1874. 246.

tive Feuchtigkeit oder Trockenheit zu ermöglichen, so sucht man indirect durch Bestimmung des Wassergehaltes der Zimmerluft hierüber Anhaltspunkte zu erhalten, indem man die Voraussetzung macht, dass Wände eines geschlossenen Raumes an die Luft derselben mehr Feuchtigkeit abgeben, wenn sie feucht, und weniger, wenn sie trocken sind.

Zu diesem Zweck begnügt man sich gewöhnlich damit, gleiche Gewichtsmengen wasseranziehender Körper: geschmolzenes Chlorcalcium, trockenes Kalkhydrat, Schwefelsäurehydrat in flache Glas- oder Porzellangefässe von bekanntem Gewichte zu vertheilen, sie in den auf den Wassergehalt ihrer Atmosphäre zu vergleichenden Räumen in gleichmässiger Entfernung von der Wand aufzustellen und das Verhältniss der Gewichtszunahme zu prüfen.

Derartige Bestimmungen fallen exacter aus, wenn man den Feuchtigkeitsgrad der Zimmerluft entweder mittelst guter Atmometer (siehe S. 112) oder durch Wägung des Wassers in einer bestimmten Luftmenge, welche man durch eine Röhre, die mit schwefelsäuregetränktem Bimsstein beschickt ist, mit Hilfe eines Aspirators (siehe Seite 120) durchsaugt.

Künstliche Ventilation.

Zweck der künstlichen Ventilation.

Obwohl die natürliche Ventilation, weil von äusseren Umständen und von der verschiedenen Beschaffenheit der Wohnungen abhängig, bezüglich der Grösse des durch sie erzielten Luftwechsels sehr variirt, so ist sie doch unter allen Umständen für die Beschaffung einer guten Zimmerluft ein überaus wichtiger Factor und sie genügt auch, wenn es sich um gewöhnliche Wohnräume, die gross genug, gut gebaut, trocken, rein gehalten, fleissig gelüftet und nicht zu dicht bevölkert sind, in der Regel vollkommen, um den zur Erhaltung einer gesunden Atmosphäre nöthigen Luftwechsel zu bewirken. Für Räumlichkeiten aber, die, wie Schulen, Versammlungsorte, zu gewissen Zeiten viele Menschen aufnehmen sollen, oder in denen, wie in Spitälern eine möglichst reine Luft ein stetiges und hochwichtiges Bedürfniss ist, reicht die natürliche Ventilation nicht aus, da der durch sie mögliche Luftaustausch gegenüber den Forderungen, wie sie bei solchen Verhältnissen gestellt werden müssen, ein zu unbedeutender ist. Nur die künstliche Ventilation bietet die Mittel zur Erfüllung dieser Forderungen, die häufig sehr bedeutende sind, da oft tausende von Cubikmetern Luft in jeder Stunde in die zu ventilirenden Räume eingeführt oder aus ihnen abgeführt werden müssen, wenn der hygienischen Anschauung bezüglich der Grösse des Luftbedarfes Genüge geleistet werden soll.

Die Kräfte, die wir bei künstlichen Ventilationen benützen, sind dieselben, mit welchen auch die natürliche Ventilation vor sich geht: *a)* die durch ungleiche Schwere verschieden temperirter Luftschichten bedingte Bewegung und *b)* der mechanische Stoss.

a) Ventilation mit Hilfe von Temperaturdifferenzen.

Die Benützung der Temperaturdifferenzen ist die älteste und allgemeinste Methode der künstlichen Ventilation. Sie ergibt sich von selbst als Nebeneffect der Erwärmung. Das Wesentlichste dieses Systems beruht in der Schaffung und Erwärmung eines Raumes, dessen Luft in Folge ihres geringeren specifischen Gewichtes fortwährend durch nachströmende Luft einen Auftrieb erfährt, wodurch Luftbewegung entsteht. Der diese Wirkung besorgende Raum heisst Lock- oder Saugkamin. Jeder Schlott, der mit dem zu ventilirenden Raum in Verbindung steht und eine wärmere Luft enthält als dieser, wirkt wie ein Lockkamin. Vom physikalischen Standpunkte aus ist die Bezeichnung „Lockkamin", „Saugkamin" nicht richtig, denn es findet kein eigentliches Saugen statt, sondern das bewegende Element ist die Schwerkraft. Diese Bezeichnungen haben sich aber überall eingebürgert, so dass sie auch gegenwärtig beibehalten und gebraucht werden, jedoch in dem Sinne der richtigen physikalischen Auffassung der Luftbewegungen zu verstehen sind.

Die physikalischen Gesetze, welche beim Aspirationsverfahren zur Geltung kommen, sind folgende:

Gay Lussac fand, dass die Grösse der Ausdehnung, welche durch gleiche Temperaturzunahme entsteht, für alle luftförmigen Körper dieselbe ist.

Diese Ausdehnung beträgt bei der atmosphärischen Luft bei einer Erwärmung von 0—100° C. und bei gleichbleibendem Barometerstande nahezu $^1/_3$, genauer 0·3665 des ursprünglichen Volums; für eine Temperaturerhöhung um 1° C. daher das 0·003665fache oder $^1/_{272}$ des ursprünglichen Volums.

Durch Temperatur-Erhöhung wird also die atmosphärische Luft specifisch leichter, durch Temperatur-Erniedrigung specifisch schwerer. Sie folgt dem Gesetze der Schwere, nach welchem Flüssigkeiten sich nach ihrem specifischen Gewicht ordnen, wie z. B. Wasser und Oel, so lange nicht andere Umstände hindernd in den Weg treten. Wir sehen, dass die wärmeren Luftschichten eines Zimmers sich an der Decke, die kälteren am Fussboden befinden, die ersteren schwimmen sozusagen auf den letzteren, werden von ihnen gehoben.

Dieselbe Erscheinung tritt in Ventilations- und Schornsteinröhren auf. Die warme Luft wird von der kalten, nachströmenden emporgehoben, und in Folge des Auftriebes zum Rohre hinausgedrängt. Denken wir uns eine einfache verticale Röhre von einer bestimmten Höhe und stellen wir uns vor, dass die Luft in dieser Röhre auf irgend eine Art plötzlich wärmer geworden sei als die äussere, so wird die äussere, kältere und schwerere unten in die Röhre dringen und die Röhrenluft wird oben abgehen, geradeso wie Wasser oder Oel, welches man in verschlossenen Flaschen unter Quecksilber taucht, durch das Quecksilber aufsteigt, sobald man durch Oeffnen der Flasche unter Quecksilber die Communication zwischen dem Quecksilber und dem Oel oder Wasser hergestellt hat. Die Schnelligkeit, mit der das Oel das Quecksilber

durchdringt, ist eine grössere als die des Wassers, was seinen Grund darin hat, dass das Oel ein noch kleineres specifisches Gewicht als Wasser hat und sein Aufsteigen deshalb noch schneller erfolgt. Ebenso wird die atmosphärische Luft in unsere Röhre in dem Falle schneller eindringen, als sie specifisch recht schwer, hingegen langsam, wenn sie nur ein weniges schwerer als die Röhrenluft ist. Da aber das specifische Gewicht der Luft bei gleichem Druck nur von ihrer Temperatur abhängt, so ist es klar, dass auf die Geschwindigkeit der Luftbewegung die Differenz der beiden Luftschichten von wesentlichem Einfluss sein muss. Die Bewegung findet genau nach dem Fallgesetz statt.

Nach dem Fallgesetz beträgt die Geschwindigkeit $v = \sqrt{2gH}$, wenn g die Endgeschwindigkeit in der Secunde (9·8 Meter) bezeichnet. Diese Formel gilt aber nur für den freien Fall, d. h. für den Fall eines Körpers durch einen Raum, in dem er keinen Widerstand findet. Wenn aber kältere, schwerere Luft in wärmere, leichtere einströmt, so leistet letztere der einfallenden einen gewissen Widerstand, der um so grösser sein wird, je geringer die Druckdifferenz der beiden Luftschichten ist. Bei gleich voluminösen Körpern hängt aber der Druck einzig und allein von dem specifischen Gewicht der Körper ab. In unserem Falle aber ist die Temperatur dasjenige Moment, welches das specifische Gewicht der Luft bedingt, und zwar wird die Luft für jeden Grad Erwärmung um $0{\cdot}003665 = \frac{1}{272}$ ihres Volums ausgedehnt. Ist demnach H die Höhe der Röhre, T die Temperatur der äusseren Luft und t die Temperatur der Röhrenluft, so wird die Druckdifferenz $\frac{H\,(T-t)}{272}$ sein. Mit dieser Grösse wird die Bewegung nach dem Fallgesetz stattfinden, und es muss demnach in der Formel für den Fall statt H gesetzt werden $\frac{H\,(T-t)}{272}$, woraus folgt, dass für die Luft $v = \sqrt{\frac{2gH\,(T-t)}{272}}$.*)

Aus dieser Betrachtung geht hervor, dass die Geschwindigkeit, mit welcher Luft aus einem Lock- oder Evacuationskamin ausströmt, proportional ist:

1. Der Quadratwurzel aus der Differenz zwischen der Temperatur in dem Kamin und jener der äusseren Luft.

2. Der Quadratwurzel aus der Höhe des Kamins.

Das in einer Secunde angeführte Luftquantum erhält man durch Multiplication der gefundenen Geschwindigkeit mit dem Querschnitt der Röhre.

Es ist demnach auch das in der Zeiteinheit evacuirte Luftquantum den obigen Verhältnissen proportional.

*) Wolpert, Principien der Luftheizung 1860. S. 88.

Daraus folgt:

1. Um die Geschwindigkeit und in Folge dessen das aus einem Kamin abziehende Luftquantum, oder mit anderen Worten, um den Zug eines Kamins zu vermehren, muss man ihm mehr Höhe geben.

2. Will man das zu evacuirende Luftquantum vermehren, ist der Querschnitt der Röhre zu vergrössern.

3. Ein Kamin mit bestimmten Dimensionen wird stets das gleiche Volum Luft evacuiren, wenn die Differenz zwischen der Temperatur der inneren und äusseren Luft gleich bleibt.

Diese letztere Folgerung begründet die Nothwendigkeit, die Heizung für Lockkamine so einzurichten, dass für den Fall, als die Temperatur der äusseren Luft sehr hoch steigt, auch die Temperatur des Lockkamins derart erhöht werden kann, dass ein Zug noch stattfinden muss. Dieser Fall tritt in den wärmeren Jahreszeiten ein.

Praktische Anwendung der Ventilation mit Hilfe von Temperaturdifferenzen.

Auf dem Vorhandensein dieser Lockcanäle beruhen alle Ventilationen, bei denen künstliche Temperaturdifferenzen als Kraft wirken. Das bekannteste Beispiel dieser Ventilationsmethoden ist unser gewöhnlicher, von innen heizbarer Zimmerofen mit seiner Zugesse. Der Ventilationseffect hängt hier von der Grösse des Herdes, der Höhe und Weite der Esse und von der Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Aussenluft ab. Morin gibt an, dass mit je 1 Kilo Kohle, das in gewöhnlichen eisernen Zimmeröfen verbrannt wird, im Durchschnitt ein Luftwechsel von 6—7 Cubikmeter bewirkt wird. Grosse Oefen können bis zu 90 Cubikmeter Zimmerluft in der Stunde abführen.

Weit wirksamer in ventilatorischer Hinsicht sind die gewöhnlichen welischen Kamine. Wird nur ein schwaches Feuer im Kamin unterhalten, so kann der Luftabzug bis 1500 Cubikmeter in der Stunde betragen. Kamine haben aber den Nachtheil, dass sie in Bezug auf den Heizeffect unökonomisch sind und weiter einen starken Luftzug erzeugen, der von den Fenstern und Thüren her seinen Weg nach dem Feuerherde nimmt und dem dort Sitzenden im Rücken ein Gefühl von Kälte erzeugt, während seine dem Feuer zugewendete Seite durch grosse Hitze zu leiden hat.

Die Zwecke der Ventilation, ausreichender Heizung und der Oekonomie erfüllen gut construirte Mantelöfen. Der Nutzen, den ein Mantelofen bringen kann, ist ein mehrfacher. Zuerst kommt schon die Art der Wärmeabgabe in Betracht. Wir Alle kennen das grelle, unangenehme Gefühl, das der rasch angewärmte, aber auch rasch abgekühlte, namentlich der eiserne, Ofen durch seine rasche Strahlung erzeugt. Wir benützen deshalb Ofenschirme als Schutzmittel gegen diesen lästigen und sogar gesundheitlich bedenklichen Uebelstand. Der Mantel eines Ofens, der ringsherum in der Entfernung einiger Centimeter den Ofen cylindrisch umgibt, wirkt natürlich ebenso, wie ein Schirm, er schützt vor jäher Ausstrahlung des

Ofens und erzielt eine gleichmässige Anwärmung der Zimmerluft. Für die Ventilation ist aber durch die blosse Ummantelung eines Ofens selbstverständlich noch nichts gethan. Es findet höchstens nur eine Circulation der Zimmerluft statt.

Denken wir uns aber den Mantel bis auf zwei Oeffnungen völlig geschlossen. Die eine Oeffnung ist unten am Mantel angebracht und stellt die Communication zwischen Zimmerluft und Binnenluft des Mantels her; die zweite Oeffnung ist im oberen Manteltheil und enthält eine Röhre, die in den Camin führt.

Ein solcher Ofen ist der Peclet'sche Mantel- oder Doppelofen. Die Mantelbinnenluft saugt, weil sie wärmer ist, die Zimmerluft durch die untere Oeffnung fortwährend an, die Zimmerluft gibt, in den Binnenraum des Mantels eintretend und denselben durchstreichend, ihre Wärme an den Mantel ab und wird fortwährend in den Kamin abgeführt. Frische Luft von aussen durch die natürlichen Ritzen und Undichten und die Wandporen muss nachströmen. Wird der Mantel eines solchen Ofens aus Thonplatten verfertigt und durch entsprechende Construction mit auf- und absteigenden Gängen rings um den inneren Ofen versehen, so dass die Luft in dem Mantelgehäuse gezwungen ist, vor ihrer Entweichung in den Kamin einen längeren Weg längs der eigentlichen Wärmequelle zurückzulegen und auf diesem Wege auch wieder neue Wärme an die äussere Mantelwandung und durch diese an den Wohnraum abzugeben, so wird ebenfalls die verdorbene Zimmerluft abgeführt und zugleich eine bessere Erheizung des Raumes ermöglicht.

Der Peclet'sche Ofen hat den Nachtheil, dass die frische Luft durch die natürlichen Undichten in's Zimmer zuströmen muss, demnach nicht immer von tadelloser Quelle stammt und weiter, dass sie kalt in's Zimmer tritt. Wenn wir aber den Mantel oben offen lassen und unten mit einer Oeffnung versehen, die durch eine Röhre nach aussen in die freie Atmosphäre mündet, so wird jetzt reine, frische Luft zuerst in dem Binnenraum des Mantelofens angesaugt und hier hinlänglich erwärmt, um dann durch die obere Mantelöffnung in's Zimmer zu treten. Wir bekommen demnach durch diese Einrichtung reine und angewärmte Luft in das Zimmer. Die so eingeführte Luft wird sich im Zimmer abkühlen, in Folge dessen wieder zu Boden sinken, und muss, nachdem sie dem Respirationsprocess gedient hat und durch diesen verunreinigt worden ist, wieder weggeführt werden. Ein Theil dieser Luft wird durch die Feuerung des Ofens, zu deren Unterhaltung sie dient, entfernt. Doch reicht dieser Weg zur Wegschaffung aller verathmeten Luft nicht aus, deshalb müssen, will man allen hygienischen Ansprüchen Genüge thun, noch besondere Oeffnungen zur Abfuhr der Zimmerluft angebracht werden. Gewöhnlich legt man in den Wänden über dem Fussboden Oeffnungen an, die in Canäle münden, welche zu dem inneren Ofen- oder Feuerraum leiten, von wo sie in den Rauchfang entweichen. Man kann aber auch jede andere, je nach den gegebenen Verhältnissen zur Verfügung stehende Wärmequelle benützen, um einen zweiten Lockkamin in Thätigkeit zu setzen, durch welchen die

Zimmerluft abgesaugt wird. Es sind also hier zwei Aspirations-Einriehtungen, die miteinander wirken und eine ausreichende Circulation immer frischer und erwärmter Luft durch den Wohnraum unterhalten. Der eine Ort der Aspiration liegt in dem Binnenraum des Ofenmantels, er zieht durch den in's Freie mündenden Suctionscanal fortwährend frische und kalte Luft herein, von wo sie erwärmt in's Zimmer gelangt. Der andere Aspirationsort liegt in dem Innenraum des Ofens oder in einem auf andere Weise erwärmten Lockkamin und er zieht durch seinen mit der Zimmerluft in Verbindung stehenden Canal die verdorbene und im Vergleich zu ihm kältere Luft aus dem Zimmer heraus.

Werden nun dieselben Principien, welche für die Ventilation eines einzigen Wohnraumes gelten, für viele Localitäten eines Hauses oder einer Anstalt gemeinschaftlich in Anwendung gebracht und wird, was auch von ökonomisehem Vortheil ist, die Temperaturdifferenz durch eine gemeinschaftliche Wärmequelle erzeugt, so hat man die Centralheizung mit der Centralventilation.

Bei der centralen Luftheizung mit Ventilation wird die frische Luft aus dem Freien nicht eher in die zu beheizenden Räume eingelassen, bis sie nicht dureh die Passage eines Mantelofens im Grossen – einer gewöhnlich im Erdgeschoss gelegenen Heizkammer — den erwünschten Grad von Erwärmung erreieht hat. Die Heizkammer stellt demnach den Binnenraum des Mantelofens vor und bezieht durch einen in's Freie mündenden Suctionscanal ihre Luft. Erwärmt steigt und verbreitet sie sich in den Etagen und einzelnen Räumen. Dureh ein zweites Canalsystem wird die Abfuhr der in den Räumen verbrauehten Luft besorgt. Die Ansaugung der verathmeten Luft wird bewirkt dureh Loekkamine, die entweder dureh die in Folge der Beleuchtung entstehende Wärme oder durch die Feuerung des Ofens, der die Heizkammer erwärmt, oder in anderer Weise in Function gesetzt werden.

Mit gutem Erfolg kann auch die bei der Verbrennung der Leuchtstoffe gebildete Wärme für die Aspirationsventilation verwerthet werden, wenn die durch die Beleuchtung entstehende Wärmequantität, wie dies beim Gas der Fall ist, erheblich ist. Im Allgemeinen kann man annehmen, dass ein gewöhnlicher Gasbrenner oder Bunsen'scher Brenner je nach der Grösse stündlich 0·15 bis 0·22 Cubikmeter Gas verbraucht und dass man bei rationeller Anordnung mit 1 Cubikmeter Gas durchsehnittlich 600—800 Cubikmeter Luft fortbewegen kann.

Die einfaehste Einriehtung ist die, in einem Lufteanal eine Gasflamme anzubringen (Fig. 60). Man kann so in der bequemsten Weise Tag und Nacht gleichmässig ventiliren. Auch kann man die Ventilation augenblicklich unterbreehen und ebenso wieder in Gang setzen.

Zur Beleuchtung dienende Gasflammen werden dadurch für die Ventilation nutzbar gemacht, dass man über die Flamme eine Glas- oder Metallglocke mit einem Abzugsrohr anbringt, welehes die Verbrennungsproduete fortführt. Von der Deeke an ist das Abzugsrohr

von einer weiteren, gegen das Zimmer hin offenen Röhre umgeben (Fig. 61). Durch die starke Erwärmung des centralen, die Verbrennungsproducte der Flamme ableitenden Rohres wird dasselbe so

Fig. 60.

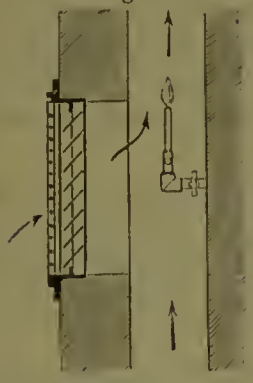
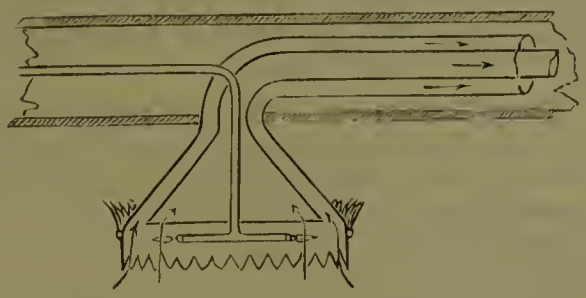


Fig. 61.



heiss, dass auch in dem Binnenraume zwischen innerer und äusserer Röhre ein Zug entsteht und demnach dieser Binnenraum wie ein Lockkamin wirkt.

Fig. 62.

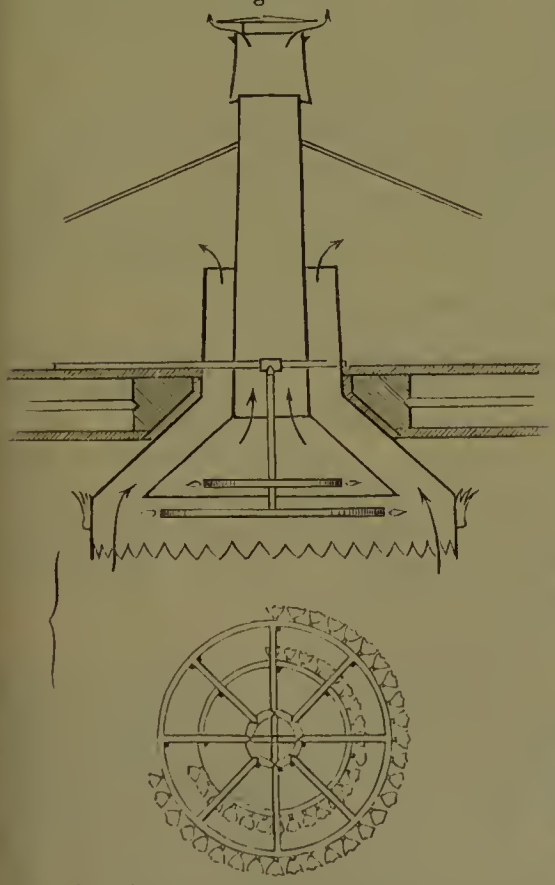
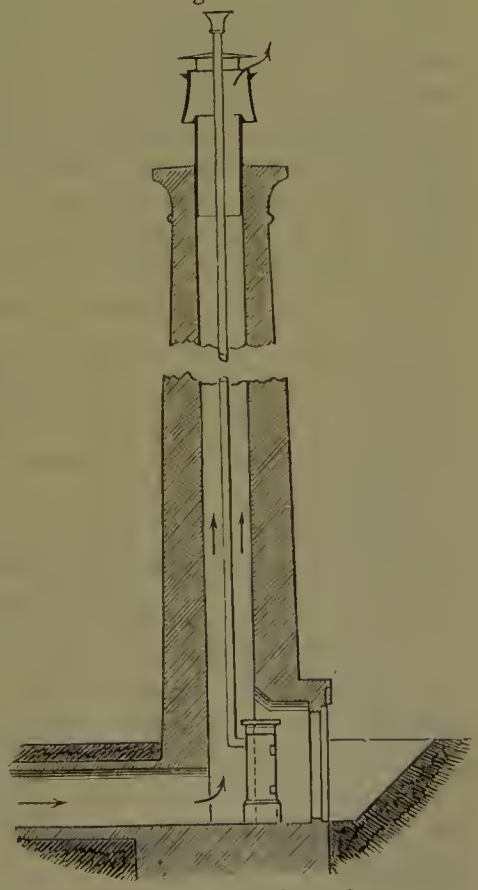


Fig. 63.



In dieser Weise sind auch die trefflich ventilirenden Sonnenbrenner construirt. Die gewöhnliche Anwendung der Sonnenbrenner ist die, dass eine grosse Zahl der sogenannten Loch- oder Schnittbrenner in concentrischen und etwas über einander liegenden Kreisen (Fig. 62) derart nahe an einander gestellt werden,

dass sieh sämmtliehe Flammen mit den äussersten Spitzen berühren und so einen zusammenhängenden Lichtkranz bilden. Oberhalb der Flammen ist ein blanker Schirm angebracht, welcher das Licht nach unten hin reflectirt, naeh oben aber sieh in eine Röhre verengt, welehe die Verbrennungsgase abführt. Diese Gase erwärmen in Folge ihrer sehr hohen Temperatur die gedachte Röhre, die nun wieder ihre Wärme in die sie umgebende Luft ausstrahlt. Hiedurch entsteht eine Luftverdünnung in dem umgebenden Mantel, in welchen die Zimmerluft nachströmt.

Ebenso lassen sich dureh passende Einrichtungen bei eentralen Warmwasser-, Heisswasser- und Dampfheizungen die Zwecke der Ventilation mit jener der Erwärmung verbinden. In welcher Weise das geschehen kann, wird später bei den Centralheizungsmethoden erörtert.

Wo die Wärme weder von Feuerungen noch von Beleuchtungs-Apparaten zur Verfügung steht oder wo man unabhängig von Heizung und Beleuchtung mittelst Temperaturdifferenzen ventiliren will, da leitet man die Luft eines jeden einzelnen zu ventilirenden Raumes mittelst Luftabführungscanälen zu grösseren Sammelcanälen und die letzteren wieder zu einem verticalen Hauptcanal, der die Luft in's Freie führt. Damit der Hauptschlott eine kräftige Luftverdünnung erzeuge und die Aspiration der Zimmerluft bewirke, wird im untersten Theil dieses Schlottes entweder ein gewöhnlicher eiserner Ofen in Form eines Kanonen- oder Füllofens (Fig. 63) oder ein brennender Coakskorb aufgestellt. Soll diese Einrichtung befriedigend functioniren, so müssen die Sammelcanäle einen Quersehnitt haben, der mindestens gleich der Summe der Quersehnitte sämmtlicher in sie mündenden Rohre ist.

Um die einzelnen Luftabführungscanäle zu einem Hauptsammelschlott zu vereinigen, hat man zwei Methoden, die wesentlich von einander verschieden sind. Man führt nämlich entweder erstens sämmtliehe Canäle nach dem Dachboden, vereinigt dieselben dort in einen Sehlott, welcher mit einer Lockfeuerung erwärmt wird, oder aber zweitens, man führt alle Abführungscanäle naeh abwärts in den Keller des Gebäudes, sammelt dieselben dort in einem horizontalen Canal und leitet diesen in den Aspirationsschornstein.

Die zweite Methode ist die riehtigere, denn:

1. ist sie günstiger für die Stabilität des Gebäudes. Sollen sämmtliche Canäle nach dem Dachboden geführt werden, so werden gerade die dünneren Wände der obersten Etage am meisten durchbrochen, während im entgegengesetzten Falle die Mauern des Kellers, die im Mauerwerk am stärksten sind, die meisten Durchbrechungen erfahren;

2. ist die Lage einer Lockfeuerung auf dem Boden feuergefährlieh und wird der Transport des Brennmaterials erschwert;

3. hat ein Abführungsschlott, der im Dachboden geheizt wird, nicht die Kraft, welche ein solcher besitzt, der im Kellergeschoss anfängt.

Bei der Einrichtung der Absaugung der Ventilationsluft nach unten tritt der Uebelstand auf, dass eine Ventilation nur eintritt, wenn der Lockkamin geheizt ist, weil die wärmere Luft von selbst nicht nach unten strömt; dagegen ist bei der Abführung der Ventilationsluft nach oben unter günstigen Umständen eine Luftbewegung zu erwarten auch ohne Heizung des Lockkamins. Ausserdem erfährt die Luft bei der Absaugung nach unten einen grossen Widerstand.

Man schlug deshalb vor, die Luftabführungscanäle in jeder Etage in ein Sammelrohr zu leiten und dieses dann in der jedesmaligen Höhe des Geschosses zum Hauptabführungsschlott zu führen. Man erzielt zwar hiedurch den Vortheil, dass man nicht erst die Abwärtsleitung der Luft vornehmen muss und in dem Aspirationsschlauch dieselbe Geschwindigkeit erreicht, als wenn die gesammte Luft unten eingeführt wird, allein bei dieser Einrichtung ergibt sich der gewichtige sanitäre Nachtheil, dass unter mancherlei Umständen Rückströmungen eintreten, dergestalt, dass z. B. die evacuirte Luft des Erdgeschosses in das erste Geschoss einströmt, anstatt mit dem Aspirationsschlott abzufliessen. Dieser Uebelstand kann aber durch ein kräftiges Lockfeuer, durch Anbringung von Luftsaugern in dem Aspirationsschlott in den meisten Fällen beseitigt werden.*)

b) Ventilation durch mechanische Kraft.

Man benützt bei diesem Ventilationssystem verschiedene Motoren zum Treiben von Luftpumpen, Flügelrädern, Flächen- oder Schraubenventilen, welche Apparate vermittelst eines Röhrensystems die Luft der zu ventilirenden Räume entweder absaugen oder frische Luft durch dieses Röhrensystem in dieselben hineintreiben. Es wird demnach durch mechanische Kraft entweder aspirirt oder propulsirt. Manchmal wird mechanische Pulsion mit mechanischer Aspiration combinirt. Bei den Flügelventilatoren (Fig. 64) wird durch die

Fig. 64.

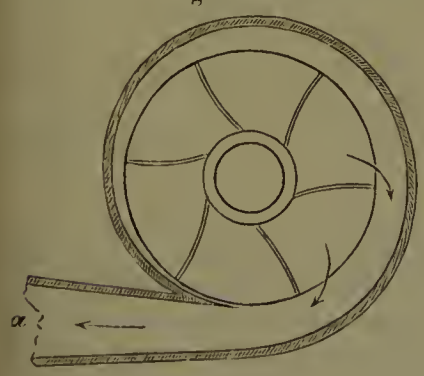
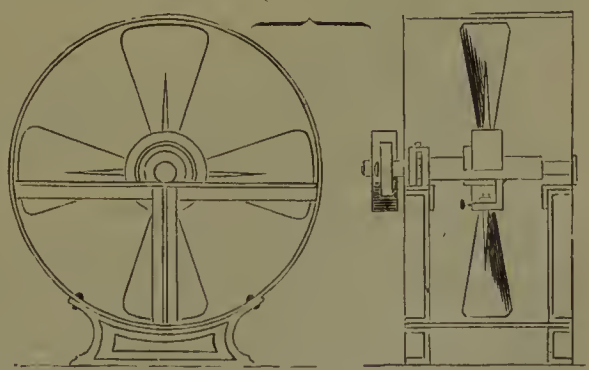


Fig. 65.



Rotation der Flügel in Folge der Centrifugalkraft die Luft gegen die Peripherie des spiralischen Gehäuses geschleudert und gelangt alsdann an der Stelle *a* zum Ausfluss. Bei den Schraubenventilatoren (Fig. 65) werden windschief gestellte Flügel nach Art der Schiffsschrauben angewandt, die also durch die rasche Umdrehung

*) Ahrens. Die Ventilation bewohnter Räume. Leipzig 1880.

eine Pression auf die Luft ausüben und diese somit vor sich hertreiben.

Beide Apparate können auch als Exhaustoren gebraucht werden, wenn man ihre Wirkung umkehrt.

Beurtheilung der verschiedenen Ventilationssysteme.

Jedes der verschiedenen Ventilationssysteme hat gewisse Vortheile und gewisse Nachtheile.

Der wesentlichste Uebelstand bei der Propulsion durch mechanische Kraft besteht darin, dass die einzutreibende Luft sehr viel Widerstand zu überwinden hat. Es ist deshalb ein sehr kräftig wirkender Motor nöthig, durch den die Luft mit grosser Vehemenz eingetrieben wird. Dies hat zur weiteren Folge, dass die eintretende Luft, um nicht als Zugluft unangenehm empfunden zu werden, durch passende Apparate vertheilt werden muss. Hierdurch wird die ganze Einrichtung sehr complicirt, kostspielig und ist häufigen, den Betrieb störenden Beschädigungen ausgesetzt.

Bei jeder Art von Ventilation, sobald hiebei Röhren in Anwendung kommen, erfährt die Luft in den Canälen in Folge der Reibung an den Wänden einen grossen Widerstand. Zur Verminderung desselben ist es nöthig, dass die Flächen in dem Canal möglichst glatt sind und dass alle Biegungen und Wendungen des Canals nicht eckig, sondern in sanften Bogen geführt werden. Der Widerstand in Folge der Reibung ist direct proportional dem Umfange des Querschnittes und umgekehrt proportional der Querschnittsgrösse.

Da nun der Kreis unter allen Figuren den kleinsten Umfang im Verhältniss zur Fläche hat, so wird auch beim kreisförmigen Querschnitt der Reibungswiderstand am geringsten sein. Aus diesen Gründen bewähren sich kreisförmige, innen geglättete Thonröhren ganz vorzüglich.

Als wesentliche Vorzüge der mechanischen Pulsation vor dem Aspirationssysteme werden angegeben:

1. dass man die Luft an beliebigen Orten, also aus einer tadellosen Quelle entnehmen kann;

2. dass man beinahe sicher sei, dass die Luft in dem zu ventilirenden Raume nur vom Ventilator herstamme und nicht wie bei der Aspiration grösstentheils durch alle zufälligen Oeffnungen einströme, so dass die durch diese Oeffnungen herbeifliessende Luft manchmal das Anderthalb- bis Zweifache derjenigen beträgt, welche durch die zum Einfluss bestimmten Oeffnungen eingetreten war;

3. dass man im Stande sei, die Luft vor dem Eintritt in's Zimmer, falls es nöthig ist, abzukühlen.

Jede Art von Maschinenventilation hat gegenüber der Aspiration durch Erwärmung den wichtigen Vorzug, dass ihre Leistungsfähigkeit im Princip unbeschränkt und von atmosphärischen Einflüssen unabhängig ist. Dabei ermöglicht sie, die Grösse des Luft-

wechsels den jeweiligen Bedürfnissen des Luftwechsels gemäss zu reguliren.

Die Ausführung der verschiedenen Ventilationseinrichtungen ist Sache der Technik; die Gesundheitspflege hat aber die Forderungen zu präcisiren, welche vom hygienischen Standpunkte gestellt werden müssen.

Diese Forderungen lassen sich in folgende Punkte zusammenfassen:

1. Die durch die Ventilation einzuführende Luftmenge muss den diesbezüglichen Anforderungen hinsichtlich des Luftbedarfes (siehe Seite 152) entsprechen, demnach für die jeweiligen Verhältnisse genügend gross sein.

2. Die durch die Ventilation einzuführende frische Luft soll von tadelloser Qualität sein. Bezüglich dieses Punktes wird häufig gefehlt; man ist bei der Wahl der Quelle, der die zuzuführende Luft entnommen wird, oft viel zu wenig sorgsam. Oft scheut man sich nicht, die Oeffnung, durch welche die frische Luft eingeführt werden soll, in einem Keller oder in der Nähe eines Düngerhaufens oder sonstigen Unrathsplatzes anzulegen, während man häufig einen Garten in der Nähe hat.

3. Um die Luft rein zu haben, muss sie auch vom Staube frei sein. Man nimmt deshalb, wo es möglich ist, die Luft aus den höheren Luftschichten, da diese staubärmer sind.

Da aber die äussere Luft immer mehr oder weniger staubhaltig ist, so wendet man nach unten gekehrte Staubsiebe von Metalldraht an oder errichtet sogenannte Absitzkammern, in welchen die Luft eine durch mehrere Scheidewände unterbrochene Strömung hat. Zur Reinigung der Luft von Staub hat man auch das Durchleiten derselben durch Wasser empfohlen.

4. Weder die eingeführte noch die abgeführte Luft darf durch Zug belästigen. Das Zuggefühl tritt dann ein, wenn die Luft mit einer zu grossen Geschwindigkeit einströmt. Morin hat darüber umfassende Studien gemacht und dargethan, dass ein Zug nicht wahrgenommen wird, wenn an den Austrittsstellen der localen Luft im Aufenthaltsraum die Geschwindigkeit 0·40 bis 0·70 Meter in der Secunde ist. Von der ersten Saugöffnung bis zum Saugkamin muss aber die Geschwindigkeit stets waehsen und kann im Aspirationskamin selbst 1·80 bis 2·00 Meter betragen. Diese Geschwindigkeit erhält man beinahe immer bei einem Unterschied von 20 bis 25° zwischen der Temperatur des Lockkamins und jener der äusseren Luft. Aus diesem Grunde ist es nöthig, die Geschwindigkeit der abziehenden Luft im Lockkamine zu kennen. Man bringt deshalb in demselben an einer sicheren Stelle eine Vorrichtung an, welche die Geschwindigkeit anzeigt, sogenannte Compteure. Genügt die angezeigte Geschwindigkeit im Evacuationscanale und somit auch die in den Sammelcanälen nicht, so liegt die einzige Möglichkeit der Abhilfe darin, die Differenz der Temperatur zu vergrössern, und zwar so lange, bis der Compteur jene Geschwindigkeit anzeigt,

welche erfahrungsgemäss zur ergiebigen Lüftung eines Locals nöthig ist und doch keinen Zug hervorbringt. Daraus ist ersichtlich, wie sehr der ganze Effect der Ventilation in der Hand des Heizpersonals liegt. Für die Eintrittsstellen der frischen Luft im Zimmer fixirt Morin die Schnelligkeit der Strömung auf 0·5 Meter, wenn jene in der Decke liegen, so dass die Luft vertical abwärts sinkt, wird die Luft aber von der Seite oder horizontal über den Anwesenden in einer Höhe von 5 bis 6 Metern vom Fussboden eingeleitet, so kann eine Geschwindigkeit von 1 Meter in der Secunde angenommen werden. Diese grössere Geschwindigkeit ist deswegen nothwendig, weil die Luft möglichst weit unter der Decke vertheilt werden muss, damit sie gleichzeitig an allen Punkten des Saales verbreitet herabsinken kann.

Was die gegenseitige Lage der Ein- und Austrittsöffnungen zu einander betrifft, so hat man immer darauf zu sehen, dass der eingeführte Luftstrom das Zimmer möglichst gleichmässig durchschneidet und keine todten Winkel übrig lässt. Wenn auch hiebei die Diffusion der Gase mitspricht und von so wesentlichem

Fig. 66.

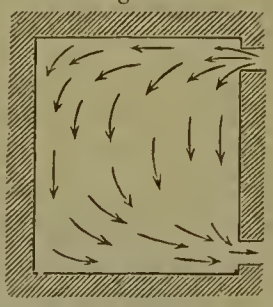
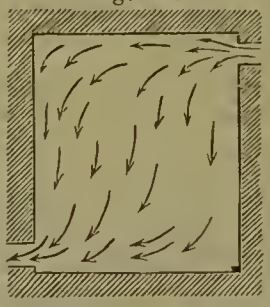


Fig. 67.



Einfluss ist, dass eine absolute Theilnahmslosigkeit einzelner Luftschichten nicht möglich erscheint, so kann doch nicht abgesprochen werden, dass eine rationelle Anordnung der Zu- und Abströmungsöffnungen in ihrer gegenseitigen Lage von grossem Einfluss auf den Effect der Ventilation ist. Eine geeignete Anordnung zeigen Fig. 66 und Fig. 67.

5. Bei jeder Ventilationseinrichtung muss die Möglichkeit ausgeschlossen sein, dass die den Räumen zugeführte Luft schon in anderen Räumen verunreinigt wurde; das kann in der That leicht vorkommen, besonders wenn das Zuflussrohr des einen Raumes zu eng oder verstopft ist. (Siehe Seite 174.)

6. Die Oeffnungen zum Eintritt der frischen Luft dürfen im Zimmer nie so tief liegen, dass durch sie Staub vom Boden des Raumes in die Höhe getragen werden könnte.

7. Sollen alle Leitungsröhren von Spinnweben, Staub u. s. w. zu reinigen und demnach allüberall leicht zugänglich sein.

8. Die Ventilationseinrichtungen dürfen dort, wo es störend werden kann (in Krankenhäusern, Gefängnissen, Schulen) weder Geräusch machen, noch akustische Communication eines Raumes mit dem anderen herstellen.

9. Jene hygienischen Forderungen, die mit Bezug auf Heizungsanlagen zu stellen sind, müssen auch bei allen jenen Ventilationssystemen gefordert werden, bei denen die Ventilation mit der Heizung verknüpft ist. (Siehe Heizung.)

Bestimmung des Ventilationseffectes.

Wenn man den Effect einer Ventilationseinrichtung messen will, so kann man hiezu physikalische oder chemische Mittel benützen. Die ersteren bestimmen die Geschwindigkeit des Luftstromes, der sich durch eine Röhre bewegt, in der Zeiteinheit, die letzteren die Veränderung, welche die Beschaffenheit der Luft eines Raumes durch den Luftwechsel erfährt. Aus der Geschwindigkeit des ein- oder austretenden Luftstromes, sowie aus der Differenz des Resultates zweier Luftuntersuchungen lässt sich durch Rechnung die Grösse des Luftwechsels finden.

Die physikalische Untersuchung der Schnelligkeit einer durch eine Röhre eintretenden Luftströmung wird mit Hilfe des Anemometers vorgenommen. Durch Multiplication der Geschwindigkeit per Secunde mit dem Querschnitt der Röhre erhält man jene Luftmenge, die in einer Secunde den Querschnitt passirt hat.

Kommt ein Ventilationssystem in Frage, in welchem der Luftwechsel auf mehrere Eintritts- oder Austrittsöffnungen vertheilt ist, so müssen gleichzeitig alle der Zufuhr dienenden oder alle zur Abfuhr bestimmten Oeffnungen in Betracht gezogen werden.*)

Die physikalische Bestimmung des Ventilationseffectes vermag nicht darüber Auskunft zu geben, ob die frische Luft mit der Zimmerluft sich gehörig gemischt hat, und nicht vielleicht auf directem Wege unbenutzt wieder abgezogen ist.

Die Kohlensäurebestimmung gibt hierüber bessere Anhaltspunkte, weil sie den thatsächlichen, den gesammten Effect veranschaulicht. Dabei ist sie ein sicheres Mittel zur Ermittlung der Grösse des Luftwechsels.

Bei der chemischen Untersuchung des Ventilationseffectes ermittelt man durch Bestimmung der Ab- oder Zunahme des Kohlensäuregehaltes nach Pettenkofer's Methode (etwa auch mittelst des minimetrischen Verfahrens) den gesammten Luftwechsel.

Aus den Versuchsresultaten berechnet sich nach folgender von Kohlrausch aufgestellter Formel die Grösse des Luftwechsels

$$y = \frac{k + (p - a)\frac{m}{t}}{\frac{p + a}{2} - q}$$

oder

$$y = \frac{(a - p)\frac{m}{t} - k}{q - \frac{p + a}{2}}$$

wobei

*) Wolffhügel, Prüfung von Ventilationsapparaten. München 1876.

y die Grösse des Luftwechsels in Cubikmetern;
m der Luftcubus des Untersuchungsraumes;
p der Kohlensäuregehalt im Raume beim Beginn der Versuchszeit t;
a der Kohlensäuregehalt im Raume am Ende der Versuchszeit t;
q der Kohlensäuregehalt der einströmenden Luft;
k die Menge der im Raume per Stunde producirten Kohlensäure bedeutet.

Sechstes Capitel.

Die öffentliche Gesundheitspflege in ihrer Fürsorge für gesunde Luft.

Aus den bisherigen Auseinandersetzungen ist zu ersehen, was nothwendig ist, um gesunde Luft im Hause und in der Wohnung zu erhalten. Es muss hauptsächlich die grösste Reinlichkeit geübt, für eine fleissige Lüftung gesorgt und müssen alle Räume trocken gehalten werden. Diesen gesundheitlichen Forderungen kann aber in genügendem Maasse nur Derjenige entsprechen, dessen Wohnungseinrichtung die für Salubrität, Lüftung und Trockenerhaltung nothwendigen Voraussetzungen erfüllt. Da es bei unseren gegenwärtigen socialen Verhältnissen nur wenigen Familien gegönnt ist, sich die Wohnung nach freier Wahl zu erbauen oder auszusuchen, so erscheint es nothwendig, dass die öffentliche Verwaltung in Rücksicht, dass die meisten Menschen auf Miethwohnungen angewiesen sind, es zu einer ihrer wichtigsten Aufgaben zählt, durch gute Bauvorschriften, durch polizeiliche Aufsicht und Regelung des Wohnungsconsenses die Ignoranz und Indolenz zu zwingen, bei Errichtung, Begebung und Benützung von Miethwohnungen auf die gesundheitlichen Bedürfnisse der Bewohner Bedacht zu nehmen.

Bei Fixirung solcher baupolizeilichen Vorschriften sollten stets die hygienischen Gesichtspunkte leitend und maassgebend sein, insbesondere sollte aber hiebei niemals ausser Acht kommen, dass die Situation eines Hauses um so gesünder ist, je freier die atmosphärische Luft in alle Gebäudetheile eindringen kann, je mehr Sonnen- oder Tageslicht in dieselben Zutritt findet, je trockener und reiner der Boden ist, auf dem das Haus steht und je besser das Baumaterial, das zum Hausbau verwendet wird, Luft durchlässt und Feuchtigkeit zurückhält.

Weiter muss es Aufgabe der öffentlichen Verwaltung sein, dafür zu sorgen, dass die freie Luft in den Höfen, Gassen, Plätzen, überhaupt in den bewohnten Orten und in ihrer Umgebung rein erhalten bleibt, da sie als ein gemeinschaftliches Gut und nothwendiges Bedürfniss aller Gemeinde-Angehörigen zu betrachten ist.

Die Thätigkeit, welche die öffentliche Gesundheitspflege nach diesen beiden Richtungen zu entfalten hat, ist eine mannigfaltige und schwierige.

Dem Streben, die Wohnungen polizeilich zu beeinflussen, stellen sich gewaltige Hemmnisse entgegen.

Die Bevölkerung der grossen Städte wächst in fortwährender Progression, schafft dadurch immer grössere Wohnungsnoth und immer mehr unzureichende Quartiere. Lange nicht in demselben Maasse vermehrt sich die Bevölkerung auf der Fläche des cultivirten Landes.

Die städtischen Behörden können gesetzlich und vom Standpunkt der Nationalökonomie gegen diesen stetigen Zuzug in die grossen Städte nichts thun und so bleibt der öffentlichen Verwaltung nur übrig, die aus der Dichtigkeit der Bevölkerung sich ergebenden Gefahren und nachtheiligen Folgen möglichst zu beschränken.

Welcher Art die Einflüsse grosser, volkreicher Städte auf die Luftbeschaffenheit sind, liegt auf der Hand. Denkt man an die Millionen und wieder Millionen Liter von Ausathmungsluft, welche stündlich den Lungen und der Haut von hunderttausenden Menschen entströmen und die verschiedensten Ausdünstungsstoffe enthalten, rechnet man die Summe der staubförmigen und gasigen Emanationen hinzu, welche durch den riesigen Verkehr, durch die zahllosen Feuerungen, durch den Haushalt, das Klein- und Grossgewerbe volkreicher Städte erzeugt werden, und vergegenwärtigt man sich, dass die hoch emporragenden, als lange grosse Strassen sich an einander reihenden Häuser die ventilirende Windwirkung hemmen, so wird man keinen Zweifel hegen, dass die Eigenluft einer grossen Stadt in vieler Hinsicht bedenklich ist, und dass der Grad der Luftverschlechterung von dem Grade der Dichtigkeit der Bevölkerung abhängig sein wird.

Man wird es dann erklärlich finden, warum die statistischen Zusammenstellungen die Regel ableiten lassen, dass die Sterblichkeit dort grösser ist, wo die Bevölkerung dichter ist.

Die Luftverderbniss ist aber nicht der einzige Uebelstand, der durch das enge Beisammenwohnen veranlasst wird. Es kommt hiebei hauptsächlich noch in Betracht, dass die Unrathstoffe des Haushaltes sich auf einem sehr engen Raume anhäufen, dass hiedurch leicht und intensiv der Boden verunreinigt wird und dass die günstigsten Bedingungen für die Ausbreitung von Epidemien vorhanden sind.

Auf den engen Zusammenhang der ansteckenden Krankheiten mit solchen Wohnungsverhältnissen weist folgende durch Körösi*) veröffentlichte Tabelle hin: 1872 bis 1873 sind in Pest unter 100 Todten an ansteckenden Krankheiten gestorben:

in Wohnungen, wo auf ein Zimmer						1 bis	2	Bewohner	kamen		20
"	"	"	"	"	"	3 "	5	"	"		29
"	"	"	"	"	"	6 "	10	"	"		32
"	"	"	"	"	"	über	10	"	"		79

*) Körösi: „*Pest város halandósága* 1872 — 1873 *ban.*" (Die Mortalität der Stadt Pest), S. 123.

Der allzu grossen Dichtigkeit der Bevölkerung lässt sich wirksam nur bei Neuanlage von Stadttheilen vorbeugen, wenn gleich bei den Parcellirungsarbeiten den gesundheitlichen Rücksichten Rechnung getragen und die Stimme des Hygienikers beachtet wird. Der gesundheitliche Standpunkt wird stets zu fordern haben, dass recht viele freie Plätze unbebaut bleiben und zu öffentlichen Gärten, Parkanlagen und Baumpflanzungen hergerichtet werden, dass die Strassen breit ausfallen, dass die Häuser möglichst einzeln stehen (Familienhäuser, Cottagesystem), oder dass wenigstens möglichst viele Eckhäuser sich ergeben.

In Bezug auf schon bestehende Stadttheile oder Gebäude wären Aenderungen im gesundheitlichen Interesse häufig sehr erwünscht; allein Aenderungen dieser Art sind ohne sehr bedeutende Unkosten selten ausführbar, weshalb solche Bemühungen der Orts- und Sanitätsbehörden regelmässig scheitern.

Weiter ist es wohl begründet, wenn vom gesundheitlichen Standpunkt durch Beschränkung der Höhe, bis zu welcher ein Neu- oder Umbau sich erheben darf, und durch Einschränkung des Raumes, welcher überhaupt bebaut werden soll, der dichten Bevölkerung auch bei jedem Einzelngrundstück entgegengetreten wird. Im Allgemeinen aber lässt sich nicht sagen, der wie vielte Theil von der Bodenfläche eines Einzelngrundstückes unbebaut bleiben soll und auch nicht, welche Höhe als zulässiges Maximum für ein Wohnhaus zu fixiren sei. Man will z. B. häufig den Satz aufstellen, dass die Höhe der Häuser die Breite der Strassen nicht überschreiten soll, damit das Licht noch den Bodenrand eines jeden Hauses mit einem Einfallswinkel von 45° treffe. Es ist aber ersichtlich, dass bei Giltigkeit einer solchen Bestimmung in überaus breiten Strassen die Häuser ausserordentlich hoch gebaut werden könnten; ebenso erscheint es nicht gerechtfertigt, bei niedrigen Häusern die gleiche Einschränkung betreffs der unbebaut bleibenden Bauplatzfläche anzuordnen, wie bei einem hohen Hause.

Die Einschränkung der Höhe bis zu einem zulässigen Maximum ist aber auch noch aus anderen gesundheitlichen Rücksichten nothwendig. Statistische Ergebnisse haben die überraschende Thatsache zu Tage gebracht, dass in Berlin die Mortalität der vier Treppen und höher gelegenen Wohnungen grösser als in allen anderen Etagen, ja noch weit grösser sei, als die der Kellerquartiere. Namentlich sind Todtgeburten in den höheren Stockwerken verhältnissmässig häufiger als in den tieferen Geschossen und im Keller.

Die Frage, ob die grössere Mortalität in den höheren Etagen einzig und allein auf die grössere Höhe, etwa auf die Anstrengung beim Stiegensteigen bezogen werden soll, ist aber durchaus nicht geklärt. Es muss beachtet werden, dass hier eine Menge concurrirender Verhältnisse mitspielen, und dass namentlich der Wohlstandsfactor in Rechnung zu ziehen ist, da bekanntlich in der Regel in der Beletage, im Parterre und im zweiten Stock Leute logiren, deren Vermögensverhältnisse ihnen leichter gestatten, nach den

Satzungen der Gesundheitspflege zu leben. Selbst die Parteien, die im Keller wohnen, sind im Durchschnitt in besseren Umständen, als die Bewohner der höchsten Stockwerke. Denn viele kleine, oft auch wohlhabendere Geschäftsleute beziehen die Kellerwohnungen häufig nur aus dem Grunde, um in der Nähe ihrer Gassengewölbe und Verkaufsläden zu sein. Durch weiter fortgesetzte und alle concurrirenden Verhältnisse genügend berücksichtigende statistische Erhebungen wird wohl auch diese wichtige hygienische Frage ihrer Lösung zugeführt werden, denn nur auf solchem Wege wird sich constatiren lassen, ob wirklich die grössere Mortalität und die grössere Zahl an Todtgeburten in den obersten Stockwerken der Höhenlage und insbesondere der mechanischen Wirkung des Treppensteigens auf die Schwangere und ihre Frucht zuzuschreiben ist.

Vom wissenschaftlichen Standpunkte kann man demnach keine bestimmten Zahlen betreffs der in Rede stehenden Einschränkungen fixiren, und es muss den sachverständigen Organen überlassen bleiben, nach den Verhältnissen des concreten Falles baupolizeiliche Anordnungen dieser Art zu treffen. Als Maximum der Strassenbreite verlangt der deutsche Verein für öffentliche Gesundheitspflege für grosse Verkehrsstrassen 30, für Nebenverkehrsstrassen von grosser Länge 20, für kürzere Verbindungsstrassen 12 Meter.

Um auch die Höhe der Einzelhäuser einzuschränken, wird entweder eine Maximalhöhe, bis zu welcher ein Haus sich erheben kann, festgesetzt, oder es wird, was gewiss besser ist, die zulässige Zahl von Etagen fixirt. (Baumeister schlägt vor, 4 Geschosse als erlaubtes Maximum aufzustellen, einschliesslich Erdgeschoss und Mansarden).

Ebenso ist es nicht durchführbar, in präciser Weise ein für alle Verhältnisse passendes Minimum von Requisiten zu formuliren, die das Innere einer Wohnung aufweisen soll, um vom gesundheitlichen Standpunkt als zum Bewohnen geeignet bezeichnet zu werden. Es erklärt sich deshalb, warum die baugesetzlichen Vorschriften verschiedener Staaten, Länder und Gemeinden betreffs dieser Normen so sehr von einander abweichen und warum die allfälligen Bestimmungen über die Minimalhöhe der Wohnräume, über den Minimalflächeninhalt der Zimmerfussböden, der Fenster, über die Höhe des Fussbodens mit Rücksicht auf das Strassenniveau, über die Art der Bedielung, über die Beheizung der Räume u. s. w. überall andere sind. Viele baugesetzliche Vorschriften sprechen sich deshalb nur im Allgemeinen dahin aus, dass die Wohnungen Luft, Licht, Raum und Zugänglichkeit in dem erforderlichen Maasse haben und heizbar sind und überlassen die Beurtheilung der Zulässigkeit der Baulichkeiten zu Wohnungen fallweise dem Sachverständigen.

So wünschenswerth auch vom hygienischen Standpunkt aus das Bestreben erscheint, die Wohnungen polizeilich zu beeinflussen, die in der Regel feuchten, finsteren Kellerwohnungen, sowie die den Unbilden der Witterung ausgesetzten Dachwohnungen, wie überhaupt alle aus welchem Grunde immer ungesunden Quartiere von der Benützung gänzlich auszuschliessen, und dagegen jeder Person

den nöthigen Luftraum und jeder Familie eine wenigstens aus Küche, Wohnzimmer und Schlafzimmer bestehende Ubication zu sichern, so lässt sich doch nicht verkennen, dass es nicht leicht ist, dieses Bestreben zu realisiren. Der Pauperismus, der passivste und unbesiegbarste Feind der öffentlichen Gesundheitspflege wird in dem Bereiche seiner Herrschaft stets die grössten baulich-hygienischen Verstösse bewirken, und alle polizeilichen Verbote und Maassregeln gegen Ueberfüllung der Wohnungen und andere aus ungesunden Quartieren entstehenden Uebelstände werden von geringem Nutzen sein, so lange man nicht im Stande ist, billige Wohnungen in genügender Anzahl zu schaffen. Eine wirksame Abhilfe nach dieser Richtung wird sich nur durch das gleichzeitige Inslebentreten solcher gemeinnütziger Institutionen erhoffen lassen, welche den Bau von billigen und gesunden Arbeiterwohnungen und die Schaffung von Verkehrsmitteln nach den weniger kostspieligen Vorstädten u. s. w. ermöglichen.

Am fühlbarsten macht sich das Bestreben, dem Einzelnen den für ihn nöthigen Luftraum zu sichern, bei Krankenanstalten, Schulen, Gefängnissen, Kasernen geltend. Bei solchen Gebäuden lassen sich auch thatsächlich bauhygienische Detailvorschriften noch am leichtesten realisiren, weil deren Erbauung meist durch öffentliche Mittel geschieht.

Man hat den früher bei Spitälern üblichen Kasernen- oder Corridorstyl verlassen und bringt die Kranken gegenwärtig entweder in kleinen ein- oder höchstens zweistöckigen Gebäuden, den sogenannten Pavillons, auch Blöcke genannt, unter, welche von allen Seiten von Luft umspült, leicht und ausreichend ventilirt werden können, oder in sogenannten Baraeken, die nur je einen Krankensaal enthalten. Für die Anordnung der Blöcke und ihre Stellung zu einander gilt als Regel, dass der Zwischenraum zwichen je zwei Längenseiten doppelt so breit wie die Höhe der Gebäude und dass die Längenseite von Nord nach Süd gerichtet sein soll, damit das Sonnenlicht immer Zutritt hat. Der einzelne Krankensaal muss eine Höhe von 4·2 Meter haben; bei geringerer Höhe ist er nicht luftig genug und die Kranken werden beim Oeffnen der oberen Fensterabtheilung leicht von Zugluft getroffen. Auf ein Bett soll 8·6 Quadratmeter Grundfläche kommen und ein Luftcubus von 36·1 Cubikmeter entfallen. Diese Grösse reicht aber nur dann aus, wenn für eine genügende Luftzufuhr von 100 bis 150 Centimeter frischer Luft pro Kopf und Stunde gesorgt wird. Da die natürliche Ventilation diese Luftmassen nicht unter allen Verhältnissen herbeischaffen kann, so sind für Krankenhäuser künstliche Ventilationsanlagen unentbehrlich.

Auch für Gefängnisse, Kasernen, Schulen werden bestimmte Zahlen für den auf einen Kopf zu entfallenden Luftraum fixirt. Für Schulen, deren Besucher Kinder bis zu 14 Jahren sind, fordern die diesbezüglichen gesetzlichen Vorschriften mit Rücksicht auf den Umstand, dass der Aufenthalt der Besucher nur ein kurzer ist, und unter Voraussetzung einer wirksamen künstlichen Lufterneuerung

meist einen Gesammtluftraum von 4 bis 5 Cubikmeter für je einen Schüler. Bei Kasernen, Gefängnissen, Werkstätten werden 15 bis 20 Cubikmeter als Minimal-Luftraum per Person gefordert.

Bei der Wahl des Bauplatzes für Spitäler, Schulen, öffentliche Gebäude u. s. w. müssen sumpfiger, feuchter Boden, ferner Mulden und Abhänge, denen von höher gelegenen Orten Bodenwasser zufliesst, vermieden werden. Weiter ist auf die Salubrität der Gegend, insbesondere darauf zu sehen, dass sich in der nächsten Umgebung keine Etablissements befinden, welche eine nachtheilige Einwirkung auf die Luft oder auf den Boden ausüben oder durch Geräusch belästigen könnten.

Die öffentliche Gesundheitspflege in ihrer Fürsorge für gesunde Luft hat sich aber nicht nur allein auf baupolizeiliche Maassregeln zu beschränken, sie hat auch auf Abwehr, Beseitigung und Verminderung der vielen übrigen Momente Bedacht zu nehmen, welche zur Luftverschlechterung in den Höfen, Gassen, Plätzen, überhaupt in den bewohnten Orten und ihrer Umgebung in Folge des Verkehrs, des industriellen Getriebes und des menschlichen Haushaltes beitragen.

In dieser Beziehung kommt die Pflasterung und Reinhaltung der Strassen, die Beseitigung der Abfallstoffe, die Regelung sanitär bedeutsamer Gewerbebetriebe, die bei Heiz- und Beleuchtungsanlagen nöthige Vorsicht und viele andere Fragen in Betracht, welche an geeigneten Stellen der nachfolgenden Abschnitte besprochen werden sollen.

DRITTER ABSCHNITT.

Wärme und Licht.

Erstes Capitel.

Allgemeines über Wärme.

Vertheilung der Wärme.

Die einzige Quelle der Wärme für die Erde ist die Sonne. Die Wärmemenge, welche uns der Mond und die Sterne zusenden, ist so gering, dass sie nur mit den schärfsten Hilfsmitteln der neueren Physik nachweisbar ist.

Die Wärmemenge, welche die Sonne einem Punkte der Erdoberfläche zustrahlt, ist abhängig von der Grösse des Winkels, unter welchem die Sonnenstrahlen auffallen. Da die Stellung der rotirenden Erde zur Sonne sich fortwährend ändert, so ist die Wärme desselben Ortes sehr verschieden, je nach Jahres- und Tageszeit. Da aber Orte desselben Breitengrades zur Sonne unter einem gleichen Winkel stehen, so erhalten sie im Jahre von derselben die gleichen Wärmequantitäten zugestrahlt. Dennoch ist thatsächlich die mittlere Jahrestemperatur der Orte des gleichen Breitengrades nicht dieselbe. Hamburg und Nikolajewsk liegen beide unter dem 53.° n. B. Hamburg aber hat eine mittlere Jahrestemperatur von + 8°, Nikolajewsk von — 2·6° C. Es erhellt, dass störende Ursachen wirksam sein müssen, welche die nach den Parallelgraden gleichmässig vertheilte Sonnenwärme verhindern, überall die Luft in gleichem Maasse zu erwärmen. Vor Allem ist es die Atmosphäre selbst, welche die durch sie hindurchgehenden Sonnenstrahlen zum Theil aufhält und nicht vollständig zur Erdoberfläche gelangen lässt. Von den scheitelrecht auffallenden Sonnenstrahlen gehen bei heiterem Wetter ungefähr 76% bis an die Erdoberfläche, 24% aber werden von der Atmosphäre verschluckt. Der Verlust ist um so grösser, einen je längeren Weg die Strahlen durch die Atmosphäre zurückzulegen haben, und

je feuchter die Luft ist. Daher ist der Effect der Sonnenstrahlen auf hohen Bergen grösser als in der Ebene, bei Bewölkung geringer als bei heiterem Himmel.

Da die Sonnenstrahlen durch die Luft hindurchgehen und nur zu einem kleinen Theil von derselben verschluckt werden, so erwärmen sie auch die Luft nur wenig. Die Wärme, welche die Luft an der Erdoberfläche besitzt, stammt vielmehr von dem Erdboden her, der die durch die Luft durchgegangenen Sonnenstrahlen fast ganz absorbirt, sich dadurch rasch erwärmt und dann seine Wärme der auflagernden Luftschicht mittheilt. Die Atmosphäre wird also vom Boden aus erwärmt.

Daraus erklärt es sich, dass die Luft auf Bergen kälter ist als in der Ebene. Das Maass der Abnahme der Wärme mit der Höhe hat man ziemlich gleich in den Tropengegenden wie bei uns zu $^1/_2{}^0$ C. für je 100 Meter gefunden.

Die Absorptionsfähigkeit des Bodens ist aber nicht bei jeder Bodenbeschaffenheit gleich. Troekener fester Boden nimmt die Sonnenwärme rasch, feuchter nur allmälig, Wasser sehr langsam auf. Deshalb erwärmt sich die Luft über dem Lande schnell, über Wasserflächen weit weniger rasch.

Die Absorptionskraft eines Bodens für Sonnenwärme hängt besonders von der Farbe und physikalischen Aggregation ab. Schübler fand dafür folgende Verhältnisse: Wenn kalkhaltiger Sand 100 Theile Wärme absorbirt, so absorbirt

reiner Sand	95·6	Theile,
leichter Letten	76·9	„
Gyps	73·2	„
schwerer Letten	71·11	„
lehmhaltiger Boden	68·4	„
reiner Letten	66·7	„
Kreide	61·8	„
Humus	19·0	„

Die Wärme, welche die Atmosphäre und der Boden von der Sonne empfangen hat, wird aber nicht aufgespeichert, sondern fortwährend wieder in den überaus kalten Weltraum ausgestrahlt, und der Wärmezustand der Atmosphäre ist jederzeit die Differenz zwischen Wärme-Aufnahme und Wärme-Abgabe. Selbstverständlich überwiegt am Tage die Wärmezunahme und bei Nacht der Wärmeverlust. Der Wärmeverlust hängt aber ebenso wie die Wärme-Aufnahme von gewissen Factoren ab. Eine trockene Luft lässt die Wärme rascher entweichen; eine dicke Wolkendecke, Nebel wirken hiebei hemmend. Orte, die häufig bewölkt sind, eine feuchte Atmosphäre haben, sind deshalb meist sehr gleichmässig temperirt.

Eine weitere Ursache, warum Orte des gleichen Breitengrades keine gleiche mittlere Jahrestemperatur haben, ist die ruhelose Bewegung der Atmosphäre und des Meeres, welche, durch Temperatur-Unterschiede entstanden, dieselben wieder auszugleichen fortwährend bestrebt sind.

Die ungleiche Vertheilung der Wärme an Orten von gleicher geographischer Breite ist demnach von vielen Umständen bedingt, insbesondere von der Lage, von der Abwechslung zwischen Land und Wasser, zwischen Berg und Thal, zwischen bepflanztem und kahlem Boden, von der Luft und Meeresströmung.

Die ungleiche Wärmevertheilung auf der Erdoberfläche ist zugleich die letzte Quelle aller Veränderungen in der Atmosphäre. Durch sie wird das Gleichgewicht der Atmosphäre fortwährend geändert, was sich durch die Schwankungen des Barometerstandes kundgibt; das gestörte Gleichgewicht sucht sich auszugleichen, wodurch Luftströmungen, Winde und Stürme entstehen; hiedurch wird wieder der Wasserdunst verschieden vertheilt und zu seiner Ausscheidung in der Atmosphäre in Form meteorischer Niederschläge Anlass gegeben. Auf die ungleiche Wärmevertheilung lassen sich demnach alle meteorologischen Erscheinungen zurückführen. Das Zusammenspiel der meteorologischen Erscheinungen an einem Orte bezeichnet man mit dem Worte Klima.

Die Wärme, welche der Erdboden an seiner Oberfläche empfangen hat, wird auch nach der Tiefe hin fortgeleitet, aber ziemlich langsam, so dass in 0·6 bis 2 Meter Tiefe kein Unterschied mehr zwischen Tages- und Nachttemperatur bemerkbar ist und in 15 bis 23 Meter auch der Unterschied der Jahreszeiten aufhört. In dieser Tiefe ist die Temperatur constant. Gräbt man noch tiefer in den Erdboden, so beobachtet man wieder eine Zunahme der Wärme, welche mit der grösseren Tiefe wächst, so dass sich der Schluss ergibt, dass die Erde im Innern eine hohe Eigenwärme besitzt. Diese Eigenwärme ist aber gegenwärtig keine Wärmequelle für die Oberfläche mehr und die Lufttemperatur hängt nur von der Sonnenwärme ab.

Temperatur der Luft.

Unter der Temperatur der Luft versteht man die Angabe eines Thermometers, welches in der Luft frei, aber geschützt gegen die Sonnenstrahlen und Wärmereflexe aufgehängt ist. Notirt man den ganzen Tag hindurch Stunde für Stunde den Stand des Thermometers und nimmt das arithmetische Mittel der so erhaltenen 24 Daten, so nennt man dies das wahre Temperaturmittel des betreffenden Tages. Aus der Summe der Mittel der einzelnen Tage, dividirt durch ihre Zahl, entsteht das Monatsmittel und in analoger Weise aus den Monatsmitteln das Jahresmittel.

So erhält man gleichwerthige Wärmemaasse verschiedener Orte und durch sie das Material zum Studium der Wärmevertheilung und damit einen wesentlichen Factor zur Beurtheilung der Klimatologie eines Ortes.

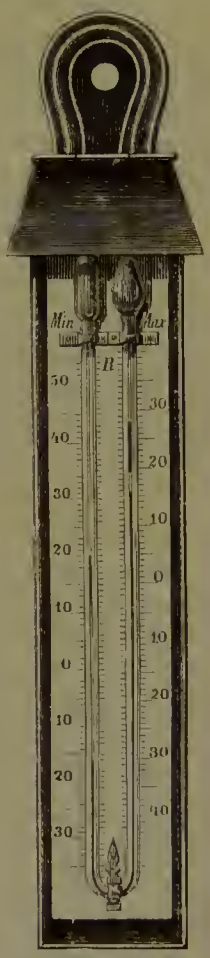
Die an vielen Orten in bezeichneter Weise vorgenommenen Notirungen haben ergeben, dass auch eine passende Combination von drei- bis viermaligen Aufzeichnungen im Laufe eines Tages ein Mittel gibt, welches dem Mittel aus 24 Stunden hinreichend gleich-

kommt. Solche günstige Beobachtungsstunden sind 6 Uhr Morgens, 2 Uhr Nachmittags und 10 Uhr Abends. Auch das Mittel aus dem höchsten und tiefsten Stande des Thermometers im Laufe eines Tages lässt sich auf ein wahres Mittel zurückführen.

Zum Zwecke der Bestimmung dieser beiden Extreme dienen die selbstthätig wirkenden Maximum- und Minimum-Thermometer, manchmal auch Thermometrographen genannt, welche ohne Zuthun des Beobachters den höchsten und tiefsten Stand der Temperatur anzeigen, der innerhalb einer gewissen Beobachtungs-Periode stattgefunden hatte.

Ein solches Instrument (Fig. 69) besteht aus einem Weingeist-Thermometer, dessen Gefäss oben liegt, dessen Rohr nach abwärts steigt, sich unten umbiegt, um wieder nach aufwärts zu gehen und in eine kleine Erweiterung zu enden. Längs beiden Schenkeln sind Scalen verzeichnet, von denen die links liegende (Scala des Minimums) die positiven Grade von 0^0 aus nach abwärts, die negativen von 0^0 nach aufwärts enthält, während auf der rechts liegenden (Scala des Maximums) die Bezifferung wie beim Thermometer gewöhnlicher Construction angebracht ist.

Fig. 69.



Der gebogene Theil des Thermometer-Rohres ist mit Quecksilber gefüllt, welches in beiden Schenkeln so weit reicht, dass bei der gegebenen Temperatur von 0^0 das Ende der Quecksilberfäden auf den beiden Scalen 0^0 erreicht.

Das Quecksilber dient in diesen Instrumenten nicht als thermometrische Substanz, sondern nur zur Bewegung von zwei feinen Indexstäbchen, welche vom Quecksilberfaden jedesmal, wenn er sich nach aufwärts bewegt, vorwärts getrieben werden, beim Zurückgehen desselben aber an der erreichten Stelle durch angebrachte feine Haarfedern festgehalten werden.

Da sich nun der Quecksilberfaden im rechtsliegenden Schenkel erhebt, wenn die Temperatur steigt, so wird jener Theil der Scala, vor welchem man das untere Ende des Indexstäbchens erblickt, die Temperatur anzeigen, bis zu welcher in einem gegebenen Zeitraume das Thermometer gestiegen war, es wird also das Maximum der Luftwärme anzeigen.

Das Quecksilber im linksliegenden Schenkel steigt aber, wenn sich die Luft abkühlt, weil die Weingeistsäule des Thermometers nun ein kleineres Volum einnimmt, und der Quecksilberfaden durch den Druck der Weingeistdämpfe im Gefässe am rechtsliegenden Ende des Rohres immer mit dem Ende des Weingeistfadens in

Berührung erhalten wird. Der hinaufgeschobene Index zeigt also das Minimum der Temperatur an.

Um das Instrument wieder so zu adjustiren, dass es für eine folgende Beobachtung tauglich sei, wird mit Hilfe eines kleinen Hufeisen-Magnetes jedes Indexstäbchen wieder behutsam mit dem Ende des zugehörigen Quecksilberfadens in Berührung gebracht.

Körperwärme.

Wie aus dem früher Gesagten hervorgeht, ist die Temperatur unserer Atmosphäre an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten eine sehr wechselnde und der Unterschied des Wärmegrades kann im Extreme bis 100° C. betragen.

Trotzdem vermag der Mensch bei allen diesen Temperaturen zu existiren, weil sowohl am Pole als am Aequator seine Blutwärme stets die gleiche ist, stets etwa 38° beträgt. Das Gleichbleiben dieser Temperatur ist eine unerlässliche Bedingung seines Lebens und die geringsten Aenderungen des Wärmegrades des Blutes sind, wenn sie einige Zeit andauern, entweder Folgen oder Ursachen schwerer, oft das Leben tödtender Krankheiten. Es ist bis jetzt nicht möglich, die Grenzen genau zu bezeichnen, innerhalb welcher die Bluttemperatur sich bewegen kann, ohne dass der Mensch erkranken müsste. Gewöhnlich stirbt der Mensch, wenn sie 41 bis 41·5° überschreitet. Bei 42·5° gerinnen schon gewisse Eiweissstoffe des Blutes, was natürlich das Leben vernichtet. Noch ungenauer ist unsere Kenntniss darüber, wie tief die Eigenwärme des menschlichen Körpers sinken kann, ohne dass das Leben erlischt.

Nur rasch vorübergehende und geringe Aenderungen der Eigenwärme werden ohne Nachtheil ertragen. Wie kommt es also, dass der menschliche Körper seine Eigenwärme unverändert beibehalten kann, während er doch fortwährend unter Verhältnissen steht, die in raschem Wechsel bald mehr, bald weniger der producirten Wärme dem Körper abnehmen? Diese Frage findet ihre Beantwortung, wenn man die Einrichtungen betrachtet, durch welche Wärme im Körper erzeugt und durch welche Wärme aus dem Körper ausgegeben wird und wenn man weiter erwägt, dass der Organismus mehrfache Behelfe sowohl zur Wärme-Erzeugung als als zur Wärme-Abgabe besitzt und dass sich der Grad der Wirksamkeit dieser Behelfe je nach den äusseren Wärme-Einflüssen ändert, so dass im Falle, als im Organismus die Wärmemenge sich zu sehr steigert, entweder die Wärme-Erzeugung eine retardirte wird oder die Einrichtungen für die Wärme-Abgabe intensiver arbeiten.

Wärme-Erzeugung und Wärme-Abgabe.

Die Wärme-Erzeugung fördern:

a) Niedrige Temperaturen, insoferne sie das Hungergefühl erhöhen und die Nahrungsaufnahme vermehren.

b) Muskelbewegungen, durch welche mechanische Arbeit in Wärme umgesetzt wird.

c) Fieberhafte, mit rasehem Stoffweehsel verbundene Krankheiten.

Die Wärme-Abgabe reguliren:

a) Das Frost- und Hitzegefühl, insofern es den Mensehen veranlasst, passende, je naeh Umständen gut oder sehleeht wärmeleitende Kleider zu wählen.

b) Die Herz- und Athemthätigkeit. Je mehr die äussere Temperatur steigt, desto stärker arbeitet das Herz und die Lunge, desto mehr werden die Capillaren mit Blut gefüllt. Hiedureh erhöht sieh die Temperatur der Haut, es geht mehr Wärme dureh Strahlung und Leitung verloren und es wird aueh reiehlieh dureh die Haut Wasser abgesondert und hiedurch ebenfalls dem Körper Wärme entzogen.

c) Die vasomotorisehen Nerven. Dureh Kälte gereizt, führen sie eine Verengerung der Capillaren herbei, während sie dureh Wärme vorübergehend gelähmt, eine Erweiterung der Gefässe veranlassen. Der Haut werden im ersteren Falle geringere, im zweiten Falle grössere Blutmassen zugeführt, und so der Wärmeverlust aus der Haut geregelt.

d) Aueh die Körperhaltung hat auf die Grösse der Wärme-Abgabe Einfluss. Werden die Körpertheile dieht aneinander gelegt, Arme und Beine enge an den Rumpf gesehmiegt, so wird gleiehsam die Körperoberfläehe eine kleinere und demnaeh die Strahlung, Leitung und Verdunstung vermindert. Umgekehrt ist der Fall, wenn wir Arme und Beine ausstreeken und so der Luft die mögliehst grösste Oberfläehe darbieten.

Die Grösse der Wärmebildung beim erwaehsenen Mensehen wird täglieh auf 3 Millonen Wärme-Einheiten gesehätzt, d. h. man könnte mit der von einem Erwaehsenen in 24 Stunden produeirten Wärme 30 Liter Wasser von 0^0 auf 100^0 erwärmen. Man bezeiehnet nämlieh diejenige Wärme, welehe nöthig ist, 1 Gramm Wasser um einen Grad zu erwärmen, als eine Wärme-Einheit oder Calorie.

Der grössere Theil der Körperwärme dient dazu, die dureh Wärme-Abgabe fortwährend stattfindenden Verluste zu decken, d. h. den Körper stets auf der für seine Existenz nothwendigen gleichmässigen Temperatur zu erhalten; ein sehr kleiner Theil der Wärme wird in mechanisehe Bewegung umgesetzt.

Wärmeverluste.

Die Wärme-Abgabe findet auf drei verschiedenen Wegen statt: Durch Strahlung, Leitung und Verdunstung. Alle drei Wege können gegenseitig für sieh eintreten.

a) Dureh Strahlung verlieren wir bis zu 50% des gesammten Wärmeverlustes. Je grösser der Untersehied zwisehen der Temperatur unseres Körpers und jener der uns umgebenden Gegenstände ist, desto mehr Wärme geht durch Strahlung verloren. Darum fröstelt uns, wenn wir im Winter in ein frisehgeheiztes Zimmer treten, dessen Luft 16^0 hat, dessen Möbel und Wände aber noch kalt sind; in

einem solchen Zimmer haben wir das Gefühl der Kälte an Händen und im Gesicht, da wir lebhaft Wärme ausstrahlen. Dasselbe Zimmer, plötzlich mit Menschen gefüllt, macht bei gleicher Temperatur von 16° sofort einen erhitzenden Eindruck auf uns; wir können nicht mehr durch Strahlung Wärme verlieren, da unsere Umgebung (die anwesenden Personen) die gleiche Temperatur haben, wie wir selbst. Treten wir in ein leeres Nebengemach, so fühlen wir uns sofort erleichtert, unsere Wärme-Ausstrahlung wird wieder wirksam, obgleich auch hier die Temperatur 16° beträgt.

b) Durch Leitung wird etwa 25% des gesammten Wärmeverlustes abgegeben. Unter Leitung verstehen wir die Abgabe der Wärme an das uns unmittelbar umgebende Medium. In der Regel ist es die Luft, die in dieser Beziehung in Betracht kommt. Wir geben an sie einen Theil der Körperwärme ab, dadurch wird die Luft selbst wärmer, in Folge dessen leichter, sie steigt deshalb in die Höhe und wird sofort durch kältere, dichtere verdrängt, wodurch ein fortwährender Luftstrom vom menschlichen Körper aus entsteht. Je kälter die Luft ist, die unmittelbar die Körperoberfläche umgibt, und je rascher sie über den Körper hinwegströmt, um so grösser wird der Verlust des Körpers an Wärme durch Leitung. Hiedurch erklärt sich die kühlende Wirkung des Windes im Sommer, und der künstlich mit dem Fächer erzeugten Luftströmung. Wenn man die durchschnittliche Geschwindigkeit der Luft im Freien mit 3 Meter per Secunde annimmt, so kommen etwa 11.000 Cubikmeter Luft in der Stunde mit dem Körper eines Erwachsenen in Berührung.

Auch die Kühlung, die wir im Schatten verspüren, ist nicht allein dadurch begründet, dass wir hier vor den directen Sonnenstrahlen geschützt sind, sie leitet sich auch von dem Umstande ab, dass ein schattiger Ort eine bewegtere Luft birgt, da die Wärmedifferenzen zwischen den sonnenbeschienenen und den schattigen Flächen Luftströmungen hervorrufen.

Einen weitaus grösseren Wärmeverlust durch Leitung erfahren wir, wenn unser Körper nicht von Luft, sondern von dem weit besser leitenden Wasser umspült wird. Im Bade hört der Wärmeverlust durch Strahlung grösstentheils, der durch Verdunstung gänzlich auf, jener durch Leitung aber wird sehr erheblich erhöht. Die verhältnissmässig grosse Leitungsfähigkeit des Wassers für Wärme macht es auch erklärlich, warum wir in einem Wasser von wenigen Graden Temperatur ein sehr bedeutendes Kältegefühl verspüren, während wir in Luft von gleicher Temperatur uns noch ganz behaglich fühlen.

Betrachtet man das Leitungsvermögen der Körper im Allgemeinen, so zeigt sich, dass ein Körper um so besser Wärme leitet, je dichter er ist. Feste Körper leiten besser als flüssige, flüssige besser als luftförmige. Wenn man die Leitungsfähigkeit des Silbers, des besten Wärmeleiters, mit 1000 ansetzt, so ist jene des Eisens 119, des Neusilbers 63, des Marmors 23, des Porzellans 12, des Holzes 1. Der schlechteste Wärmeleiter ist die Luft, und wenn die Wärme

aus festen Körpertheilchen in stillstehende Luftschichten, von diesen wieder in feste Körpertheilchen übergeht, so geschieht dies äusserst langsam und schwer. Poröse Körper leiten darum schlecht. Deshalb wählen wir poröse Stoffe zur Anfertigung unserer Kleider, bauen aus porösem Material unsere Wohnungen und schützen durch mit Asche, Asbest u. s. w. gefüllte Hohlräume den Inhalt der feuersicheren Schränke vor zu grosser Gluth.

c) Die Wärme-Abgabe durch Wasserverdunstung von der Haut und durch die Lungen beträgt in der Ruhe 20 bis 25% des gesammten Wärmeverlustes. Ein erwachsener Mensch verdunstet in 24 Stunden circa 800 bis 1000 Gramm Wasser, welche Wassermenge ein völlig trockenes Luftvolum von 60 Cubikmeter bei einer Temperatur von 15°, oder von 80 Cubikmeter bei einer Temperatur von 10° sättigen kann. Nimmt man an, dass die Wasserverdunstung bei einem Menschen 1000 Gramm per Tag beträgt, so entspricht das, da jedes Gramm Wasser 560 Wärme-Einheiten zu seiner Verdunstung bedarf, einem Wärmeverlust von circa 560.000 Wärme-Einheiten. Anhaltende Arbeit, häufiges Trinken, namentlich heisser Getränke, steigert die Wasserverdunstung sehr erheblich, oft bis auf das Dreifache. Inwiefern die Verdunstung und damit die Wärme-Abgabe von dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft abhängt, ist bereits früher erörtert worden.

Einfluss verschiedener Temperaturen.

Der Einfluss der verschiedenen Temperaturen auf den Menschen ist noch nicht nach allen Richtungen hin genügend erkannt, namentlich ist die physiologische Wirkung der directen Sonnenstrahlen noch wenig klargestellt. Bisher ist nicht einmal sichergestellt, bis zu welchem Temperaturgrade die direct auffallenden Strahlen den Körper oder die Körperoberfläche, auf die sie gelangen, erhitzen können. Man weiss nur, dass in Indien selbst auf luftbewegten Plätzen das Thermometer 70 bis 100° C. anzeigt. Wird aber das Thermometer so aufgestellt, dass es in einer völlig ruhigen Luft sich befindet, so kann man sogar Temperaturanzeigen von 112° C. beobachten.

Es wird hervorgehoben, dass hohe Temperaturen Störungen der Nerventhätigkeit bedingen, und die Perspiration der Haut herabsetzen. Als pathologischen Effect intensiver Sonnenstrahlenwirkung beobachtet man den Sonnenstich. Im Ganzen muss der Sonnenstich auf eine Wärmesteigerung zurückgeführt werden, für welche keine entsprechende Compensation stattfindet. Die wichtigste Bedingung ist eine hohe umgebende Temperatur, verbunden mit einer Wärmesteigerung des Körpers durch Muskelbewegungen unter gleichzeitigem Wassermangel.

Die Wirkungen der Hitze im Schatten kennt man näher. Sie äussern sich, indem die Athmung vermindert, die Herzthätigkeit beschleunigt wird und der Appetit sinkt, durch eine lebhafte Hautfunction, eine Anschwellung der Pupillen, das Auftreten der soge-

nannten Hitzebläschen und durch eine allgemeine Depression des Nervensystems und Erschlaffung der Muskeln bei einer Steigerung der Temperatur des Körpers.

Ist die Luft zugleich trocken, so ist die Steigerung der Körperwärme keine sehr grosse, sie beträgt 0·25 bis 1·5° C.; ist dagegen die Luft heiss und zugleich feucht, so steigt die Temperatur sehr schnell bis um 4·5° C. Bei Trockenheit der Luft können selbst sehr hohe Temperaturen kurze Zeit ertragen werden. Bäcker, Schmiede, Heizer sind oft durch einige Minuten einer 100° C. heissen Luft ausgesetzt.

Es ist bis jetzt noch nicht klargestellt, ob die bezeichneten Wirkungen, namentlich die Störungen der Verdauung, Athmung und der Herzthätigkeit nur dem grossen Hitzegrad oder auch dem Umstande zuzuschreiben sind, dass die in Folge der hohen Temperatur stark verdünnte Luft weniger Sauerstoff in demselben Volumen enthält. (Ein Cubikmeter Luft von 0° enthält 36·73 Gramm Sauerstoff, bei 52° C. dagegen nur 30·19.)

Sehr niedrige Temperaturen werden verschieden empfunden und ertragen. Ueberhaupt ist die Empfindung der Wärme und Kälte sehr relativ und hängt von der individuellen Constitution, vom Alter, Geschlecht, namentlich aber von dem Kräftezustand, der Angewöhnung und Abhärtung ab.

Im Allgemeinen ruft niedrige Temperatur, so lange sie nicht einen excessiven Grad erreicht und nicht zu lange andauert, so lange überhaupt eine Compensation zwischen Wärme-Entziehung und Wärme-Erzeugung stattfindet, keine erheblichen Gesundheitsstörungen hervor. Eine richtige Wahl der Bekleidung und eine gute Ernährung erhöht natürlicherweise die Widerstandsfähigkeit des Menschen gegen die Einflüsse niedriger Temperaturen, indem durch gute Bekleidung der Wärmeverlust gemässigt und durch entsprechende Ernährung die Wärme-Erzeugung gesteigert wird.

Die Wirkungen der Kälte stehen mit jenen hoher Temperaturen im Gegensatze. Bei niedriger Temperatur ist der Appetit ein grösserer, das Nahrungsbedürfniss und die Verdauungsthätigkeit wird gesteigert, die Blutmasse wird vorzugsweise den inneren Organen zugeführt, das Herz pulsirt langsam und schwächer, die Ausscheidung von Wasserdunst durch Lunge und Haut nimmt ab, jene durch den Harn dagegen zu. Zugleich zeigt sich die Muskel-Energie erhöht und die geistige Thätigkeit angeregt.

Bei länger andauernder und intensiv zur Einwirkung kommender Kälte steigern sich die Wirkungen namentlich in Folge des Andringens grosser Blutmassen gegen die inneren Organe bis zum Kopfweh, zur Beängstigung, Mattigkeit, Schlafsucht, Bewusstlosigkeit. Es treten schmerzhafte Empfindungen in den Gliedmassen und schliesslich Lähmung der Muskel- und Nerventhätigkeit ein. Mit Recht stellt man die Warnung auf: „Wer sich bei grosser Kälte hinsetzt, schläft ein und wer einschläft, wacht nicht mehr auf."

Einfluss eines raschen Temperaturwechsels.

Plötzliche Erniedrigung der Temperatur gefährdet den Organismus in hohem Grade, da derselbe nicht fähig ist, solchen Einflüssen sich rasch genug anzupassen. Ehe die Blutgefässe der Haut sich genügend verengern und die übrigen Regulirungs-Apparate in Thätigkeit kommen, überfüllen sich die inneren Organe mit dem plötzlich zu ihnen in grosser Menge strömenden Blute. So entstehen mancherlei Erkältungskrankheiten. Die Erfahrung lehrt thatsächlich, dass durch raschen Witterungswechsel die Wärme-Oekonomie unseres Körpers gestört und dadurch unsere Gesundheit gefährdet wird. Die Morbilitätsstatistik weist nach, dass zu Zeiten, wo jäher Witterungswechsel wiederholt eintreten und mit grossen Temperaturdifferenzen einhergehen, die Zahl der Erkältungskrankheiten bedeutend steigt.

Häufig kommt eine einseitige Abkühlung vor, d. h. eine Seite oder ein Theil des Körpers wird plötzlich, etwa durch Luftzug, einer niedrigeren Temperatur ausgesetzt. Auch in diesem Falle wird die Wärme-Oekonomie gestört, da der vom kalten Luftstrom getroffene Theil eine Reaction des ganzen Körpers einleitet, welche wieder in Verengerung der Hautgefässe und in Blutandrang zu den inneren Organen besteht.

Zweites Capitel.

Schutz gegen excessive Temperaturen.

Da das Vermögen des Organismus, sich den jeweiligen Wärmezuständen der äusseren Atmosphäre anzupassen, nur ein beschränktes ist, und da häufig räumliche und zeitliche Verhältnisse den Menschen umgeben, bei denen es ihm ohne weitere Hilfe unmöglich wäre, den Kampf mit dem Klima zu bestehen, so greift er zu künstlichen Mitteln, um sich gegen die Unbilden der Witterung und gegen die Gefahren excessiver Temperaturen zu schützen. Sieht man von einer zweckmässigen Regelung einer dem jeweiligen Klima und der Witterung entsprechenden Ernährungsweise ab, so sind die wichtigsten Schutzmittel dieser Art: Die Wohnung, die Kleidung, die Heizung und das Bad.

Die Wohnung als Schutz gegen klimatische Verhältnisse.

Für die Wirksamkeit unserer Wohnung als Schutzmittel gegen die Einwirkungen excessiver Temperaturen kommen zunächst die Baumaterialien unserer Häuser in Betracht. Um die Verluste von innerer Hauswärme möglichst zu vermeiden, wählt man zur Herstellung der Wände solche Materialien, welche schlechte Wärmeleiter sind. Es ist schon früher erwähnt worden, dass poröse Körper diesen Zweck am besten zu erfüllen vermögen. Für die Wahl poröser Materialien zum Hausbau spricht weiter der Umstand, dass in der Regel mit der Porosität die Leitungsfähigkeit ab und die Wärmecapacität zunimmt.

Poröse Baumaterialien können demnach einerseits bedeutende Mengen der Wärme des Innenraumes aufnehmen und andererseits lassen sie dieselbe nur langsam in's Freie gelangen. Sie werden demnach, einmal angeheizt, für den Raum selbst zur Wärmequelle. Die Luft, welche durch die Poren von aussen allmälig eindringt, wird in der Wand vorgewärmt.

Holz entspricht als Baumaterial nach jeder Richtung vollkommen, kann aber wegen seiner Brennbarkeit nur eine beschränkte Anwendung finden. Die allgemein gebräuchlichen Ziegelsteine eignen sich für den Bau der Wände ganz vorzüglich, wenn sie hart gebrannt sind. Grobkörniger Kalkstein, wie er in Paris zum Häuserbau gebraucht wird, lässt mehr als doppelt so viel Wärme durch als Ziegel, ist aber immer noch ein besseres Material als feuchter Sandstein oder Marmor. Sehr vortheilhaft ist es, poröse oder Hohlziegel zum Häuserbau zu verwenden. Da stillstehende Luft der schlechteste Wärmeleiter ist, so ist auch der poröse und der Hohlziegel dem dichten Vollziegel entschieden vorzuziehen. Poröse Ziegel werden hergestellt, indem man in den Thon solche Körper einmengt, welche durch den Brand verflüchtigt werden und kleine Hohlräume zurücklassen; hierzu verwendet man Torfgrus, Braunkohle und Kohlenklein, Lohe-Abfall, Sägespäne, Häcksel.*)

Auch die Dicke der Mauer ist bis zu einem gewissen Grade mitbestimmend für die Wärme-Erhaltung. Eine Ziegelmauer z. B. hat nach Ferrini**) bei verschiedener Mauerstärke folgende Wärmedurchgangs-Zahlen:

Dicke der Mauer in Metern	0·1	0·2	0·3	0·4	0·5	0·6	0·7	0·8	0·9
Wärme-durchgangs-Coëfficient	2·3	1·73	1·39	1·16	0·99	0·87	0·77	0·63	0·58

Man sieht aus dieser Tabelle, dass die Wärmedurchgangs-Fähigkeit nicht gleichen Schritt hält mit der Dicke der Wände, dass es deshalb auch eine Grenze gibt, wo eine Vergrösserung der Mauerstärke aus Gründen der Wärme-Oekonomie keinen erheblichen Nutzen mehr bringt.

Die Construction der Decken und Fussböden ist gleichfalls für die Wärme unserer Wohnung von grossem Einflusse. Es ist zweckmässig, sowohl unter dem Fussboden als über dem Plafond Schichten zu legen, die poröses, lufthaltiges, schlecht wärmeleitendes, trockenes Material enthalten.

Für die Wärmehaltung des Zimmers sind Doppelfenster sehr vortheilhaft. Die im Doppelfenster eingeschlossene Luftschicht functionirt als schlechter Wärmeleiter in einer sehr wirksamen Weise.

*) Schülke, gesunde Wohnungen, Berlin 1880. S. 39.
**) Ferrini, Technologie der Wärme, deutsch von Schröter. Jena 1878.

In sehr kalten Gegenden sind die Fenster sogar dreifach, und nur dadurch kann das Zimmer warm erhalten werden.

Kleidung.

Die Kleidung hat zunächst den Zweck, den Körper gegen üble Einflüsse der Temperatur und der Witterung zu schützen; nebstbei ist noch die durch den Anstand gebotene Bedeckung der Blössen zu berücksichtigen. Die Erreichung dieser Zwecke liegt so sehr im eigenen Interesse eines Jeden, dass für die öffentliche Gesundheitspflege und für die Gesundheitspolizei kaum etwas Anderes zu thun übrig bleibt, als durch Belehrung über die zweckmässigsten Stoffe und Formen die Bevölkerung aufzuklären. Nur in gewissen Classen der Gesellschaft, bei denen es sich in Bezug auf Kleidung entweder um Gleichmässigkeit oder um die Erreichung anderer bestimmter Zwecke handelt, ferner in Fällen, wo die Kleidung dem Einzelnen von der Verwaltung geliefert wird, findet eine Anordnung von nach sanitätspolizeilichen Anschauungen zu regelnden Maassregeln statt.

Indem wir den Körper mit Kleidern bedecken, vermindern wir den Wärmeverlust auf allen drei Wegen.

Die Wärme, welche die Haut ausstrahlt, erfährt durch die Kleidung insoferne eine Hemmung, als die Körperwärme erst in den Kleidungsstoff abgestrahlt wird, und alsdann von dessen Oberfläche weiter ausstrahlen kann. Dadurch verweilt die Wärme der Haut länger in der Nähe des Körpers und erwärmt die den Körper unmittelbar umgebende Luft. Hieraus erklärt sich, warum schon eine dünne Decke die Wärmeabgabe verlangsamt.

In Bezug auf die Wärmestrahlung des Körpers verhalten sich die verschiedenen zur Bekleidung dienenden Stoffe: Wolle, Seide, Baumwolle, Leinwand, Leder, Kautschuk ziemlich gleich.*) Selbst in Bezug auf die Absorption von Sonnenstrahlen zeigen Kleider von verschiedenem Stoffe aber gleicher Farbe keine erheblichen Unterschiede; dagegen stellen sich sofort Differenzen ein bezüglich der Wärmeaufnahme von directen Sonnenstrahlen und der Grösse der Ausstrahlung der Eigenwärme des Körpers, wenn die Kleider verschieden gefärbt sind. Die dunkleren absorbiren weit mehr zugestrahlte Wärme als die lichten.

Bei Zeugen von gleichem Stoffe und verschiedener Färbung gelten für die Wärmeaufnahme nach Pettenkofer**) folgende Verhältnisszahlen: Wenn weiss 100 Wärme-Einheiten absorbirt, so absorbirt

schwefelgelb	102	Wärme-Einheiten,
dunkelgelb	140	„
hellgrün	155	„
türkischroth	165	„
dunkelgrün	168	„
hellblau	198	„
schwarz	208	„

*) Krieger, in Ztsch. f. Biol. 1869. S. 517.

**) Pettenkofer, Beziehungen der Luft zur Kleidung etc. Braunschweig 1872. S. 22.

Die weissen Stoffe erweisen sich demnach als ein wirksamer Schutz gegen die Erhitzung durch Sonnenstrahlen, die dunklen Kleider dagegen vermindern die Abgabe von abstrahlender Körperwärme. Bekannt ist, dass warme Getränke in dunklen Gefässen schneller abkühlen als in hellen; die Natur kleidet die Polarthiere, damit ihre Körperwärme möglichst langsam durch Ausstrahlung verloren gehe, in weisse Pelze; die Haut des Negers dagegen ist schwarz, damit ein schneller Ausgleich erfolge.

Der weitere Durchgang der Wärme durch die von dem Körper und von den Kleidern gebildete Körperoberfläche hängt von der Wärmeleitungs-Fähigkeit des Stoffes und seiner Masse ab, d. h. von der Länge der Zeit und des Weges, welche die Wärme zurücklegen muss, bis sie von der Hautoberfläche zur jenseitigen Oberfläche der Kleider gelangt.

Die Wärmeleitungsfähigkeit der verschiedenen Kleiderstoffe hängt weniger von der Substanz des Zeuges ab, als von seiner Form, seinem Volum und vorzugsweise von seiner Lufthaltigkeit, denn nicht die Zeugfaser, sondern die in ihr eingeschlossene Luft hemmt den Wärmeabfluss. Gerade solche Kleidungsstoffe, welche erfahrungsgemäss am wärmsten kleiden, wie Wolle, Pelz, Federn, haben unendlich viele kleine Lufträume. Luftdichte, enganliegende, straff gespannte Kleidungsstücke wärmen dagegen weniger, weil sie rascher Wärme leiten. Der Wärmeabfluss in einer fest zusammengedrückten Lage Watte ist fast um die Hälfte höher, als durch lose Lagen einer gleichgrossen Gewichtsmenge Watte. Jedermann hat es erfahren, dass ein wattirter Winterrock, dessen Fütterung durch längeren Gebrauch zusammengedrückt wird, weniger wärmt als ein neuer, in dem die Watte in einem lockerern Zustande sich befindet. Füllen sich die lufthaltigen Räume der Kleiderstoffe mit Wasser, werden sie nass, so halten sie nicht mehr so gut wie früher die Wärme zurück.

Was nun die Beziehungen der Kleider zur Wärmeabgabe des Körpers durch Verdunstung anbelangt, so geht die Aufgabe der Kleider nicht dahin, die Verdunstung zu hemmen, sondern die Kleider sollen die Verdunstung der Hautoberfläche regeln. Die Heftigkeit, mit der die äusseren, für die Verdunstung der Haut belangreichen Einflüsse (Temperatur, Feuchtigkeitsgehalt, Wind) einwirken, wird durch das Bedecken des Körpers mit Kleidern insofern moderirt, als schroffe Aenderungen derselben nicht ein plötzliches und darum bedenkliches Steigen oder Sinken der Wasserverdunstung der Haut zur Folge haben, sondern nur allmälig zur Wirkung kommen.

Wird die Verdunstung des Körpers durch luftdichte oder luftdicht gewordene Kleidungsstücke beeinträchtigt, so tritt als Folge des gehemmten Wärmeverlustes Unbehagen und Schweiss ein. Es ist deshalb von Wichtigkeit, dass unsere Kleider porös, luftdurchgängig bleiben. Sieht man von den an und für sich dichten Stoffen (Kautschuk, ölgetränkten Geweben) ab, so ist der häufigste Grund des Luftundurchgängigwerdens der Kleider die Vollfüllung

ihrer Poren mit Wasser, welches letztere entweder durch äussere Einflüsse, z. B. durch Regen, Nebel, oder vom Körper aus durch Condensation der Hautausdünstung in die Bekleidung eintritt.

Es hat deshalb ein hygienisches Interesse, das Verhalten der verschiedenen Kleidungsstoffe mit Bezug auf diese Art von Feuchtigkeit zu kennen.

Wenn Gewebe vermöge ihrer Capillarität Wasser in den Poren zurückhalten, so bezeichnet man nach Coulier*) diese Art von Feuchtigkeit als zwischengelagertes Wasser. Dasselbe gibt der Hand das Gefühl der Feuchtigkeit und lässt sich durch Druck entfernen. Grobe Stoffe mit grossen Poren bleiben lange für Luft durchgängig, bei gleich grossen Poren entscheidet die Adhäsion zur Substanz des Zeuges. Auch hängt die Porosität aller Stoffe von der Elasticität der Fasern ab, welche das Gewebe bilden, und es ist von besonderem Einfluss, ob diese Elasticität im nassen oder trockenen Zustande gleich bleibt oder sehr differirt. So behält die Faser der thierischen Wolle auch im nassen Zustande ihre Elasticität in einem gewissen Grade, während Leinwand, Baumwolle und andere Stoffe durch Nässe in ihrer Elasticität abgeschwächt werden, wodurch sich die Fasern glatt aneinander legen und geringere Porenräume bilden.

Alle zur Bekleidung in Verwendung kommenden Stoffe sind hygroskopisch, aber in verschiedenem Grade. Die Hygroskopicität ist eine andere Art der Wasseraufnahme seitens der Kleider als jene durch zwischengelagertes Wasser. Das hygroskopische Wasser kann in den Stoffen in bedeutender Menge enthalten sein, ohne in den Eigenschaften des Stoffes eine Veränderung zu bedingen. Auch lässt es sich nicht durch Druck verdrängen. Es ist durch Condensation aus der Luft entstanden, während zwischengelagertes Wasser Folge einer Benetzung ist. Die Fähigkeit, Wasser aus der Luft zu ziehen und dasselbe in sich zu verdichten, zeigt die Wolle im stärksten Maasse, sie nimmt aber das Wasser nur langsam, im Ganzen jedoch mehr auf, als Baumwolle, Seide und Leinwand, welcher letztere Stoff sich ganz besonders rasch benetzt und wieder trocknet. Dagegen hält die Wolle das einmal aufgenommene Wasser hartnäckiger zurück als die anderen Stoffe und entzieht demnach in gleichmässig arbeitender Weise allmälig dem Körper die Verdunstungswärme, während Leinwand, wenn am schweissbedeckten Körper feucht geworden, rasch trocknet und hiedurch dem Körper schnell grosse Wärmemengen raubt.

Von hygienischem Interesse ist die bekannte Erfahrung, dass die Kleidungsstoffe eine gewisse Absorptionsfähigkeit für Gase und Riechstoffe besitzen. Die diesbezüglichen, bisher noch sehr lückenhaften Versuche lehren, dass mit der Hygroskopicität des Kleidungsstoffes die Absorptionsfähigkeit für Riechstoffe steigt, weiter dass namentlich schwarz gefärbte Zeuge stärker absorbiren als ungefärbte oder lichte, Stoffe aus thierischem Gewebe mehr als aus Pflanzengewebe, rauhe mehr als glatte.

*) Citirt bei Michel Lévy, Traité d'hygiène publique et privée. Paris 1869. S. 98.

Krankenwärter, Aerzte, überhaupt Personen, welche Räume zu betreten haben, deren Luft Ansteckungsstoffe enthält, sollten deshalb sich glatter, lichter, baumwollener oder leinener, und ausserdem leicht waschbarer Kleider bedienen.

Auch unter gewöhnlichen Verhältnissen verlangen die Gesundheitsrücksichten, dass die Kleidungsstücke regelmässig gründlich gereinigt werden. In Röcken, Beinkleidern, Unterröcken, Strümpfen findet eine fortwährende chemische Veränderung derjenigen Substanzen statt, welche sich durch unsere Hautausdünstung mittelst des Wasserdampfes in ihnen condensirt haben.

Bei grosser Unreinlichkeit erinnert nicht nur der von diesen Gegenständen ausgehende Gestank an fäulnissähnliche Processe, sondern es sind auch durch geeignete Behandlung mikroskopische Organismen mannigfaltiger Art in solchen Kleidern gefunden worden*).

Nicht selten führt die Mode Kleidungsstücke ein, deren Benützung gegen die Sittlichkeit und den Anstand verstösst, oder für die Gesundheit bedenklich wird. In ersterer Beziehung hat die Sittenpolizei einzutreten, in letzterer wird ein thatsächliches Einschreiten der Gesundheitspolizei meist auf Belehrung und Warnung sich beschränken und nur in dem Falle, als etwa mit Giftstoffen gefärbte oder sehr feuergefährliche Kleidungsstoffe in den Handel gebracht werden, die geeigneten Maassregeln zur Verhütung von Unfällen vorzuschreiben haben. (Siehe Gewerbe-Hygiene.)

Gegen Modethorheiten haben behördliche Verfügungen noch stets vergeblich gekämpft, selbst die schärfste dagegen zu Gebote stehende Waffe, der Spott, bleibt meist wirkungslos.

Die Kleidung darf, um gesundheitsgemäss zu sein, die freie Bewegung des ganzen Körpers und der einzelnen Glieder in keiner Weise beeinträchtigen, kein Organ durch Druck in seinen Functionen stören, die Ausstrahlung der Körper-Ausdünstung nicht hindern und muss der äusseren Temperatur entsprechend, die Körperwärme entweder zurückhalten oder ihre Dispersion begünstigen.

Untersuchung der Kleidungsstoffe.

Der Sanitätsbeamte kann öfters in die Lage kommen, die Qualität solcher Bekleidungsstücke, welche für den Gebrauch von Personen bestimmt sind, deren Versorgung mit Wäsche und Kleidern dem Staate oder der öffentlichen Verwaltung obliegt (Soldaten, Waisenkinder, Gefangene u. s. w.) beurtheilen zu sollen.

Zudem hängt der Preiswerth und, wie früher erörtert wurde, auch die Leistung der Kleider in gesundheitlicher Beziehung wesentlich davon ab, ob die Stoffe aus Baumwolle, Leinwand, Seide oder Wolle erzeugt wurden. Es wird demnach der Sanitätsbeamte Kenntnisse, welche ihm die Beurtheilung der verschiedenen Kleiderstoffe erleichtern, nicht entbehren können.

Zur Erkennung und Unterscheidung der Gespinnstfaser in einem Gewebe kann man sich sowohl des Mikroskops,

*) Wernich, Ueber gute und schlechte Luft. Berlin 1880. 13.

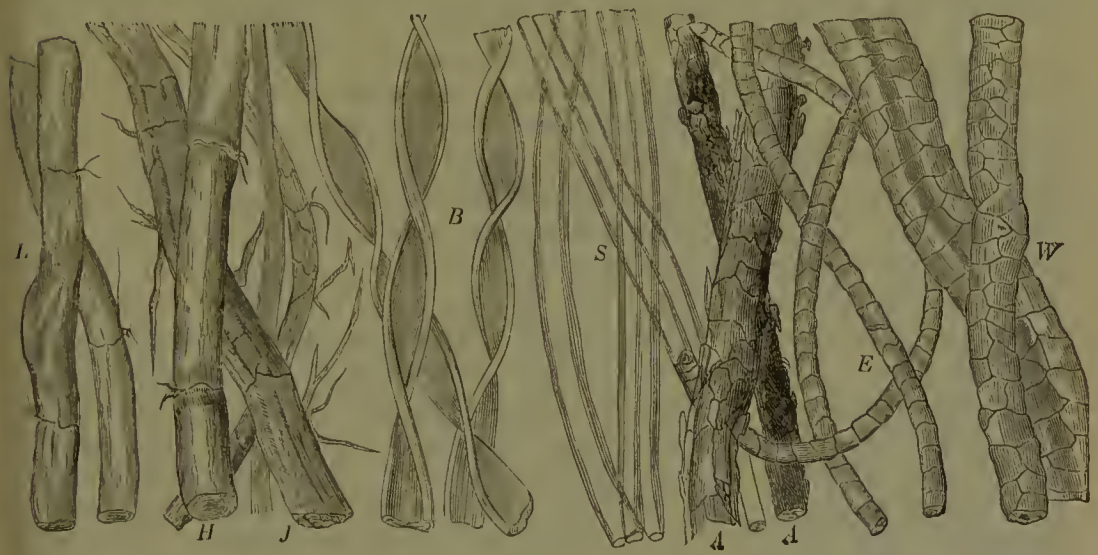
als auch chemischer Reactionen bedienen; doch bietet die mikroskopische Untersuchung verlässlichere Anhaltspunkte als das chemische Verfahren.

Behufs der mikroskopischen Untersuchung der Gespinnstfaser in einem Gewebe wird aus diesem vorerst alle Appretur durch Auskochen entfernt, dann die Kettenfäden (Längsfäden) und die Fäden des Einschlages (Querfäden) von einander gesondert und jede Art geprüft.

Die Fasern präparirt man am zweckmässigsten in der Weise, dass man dieselben mit Wasser befeuchtet und mit einer Nadel zerzaust. Handelt es sich nur um die Feststellung der Unterschiede von Leinwand, Seide, Wolle u. s. w., so reicht eine Vergrösserung von 70 oder 100 aus.

Die Leinwandfaser (Flachsfaser) zeigt unter dem Mikro-

Fig. 69.



skop*) eine walzenförmige, niemals platte, nicht oder nur wenig hin- und hergebogene, niemals stark um sich selbst gedrehte Gestalt. Sie ist der Länge nach von einem engen Canal, der Innenhöhle, durchzogen. In kleineren oder grösseren Zwischenräumen bemerkt man schräg oder schief über die Faser verlaufende Linien, nämlich die Porencanäle, in Form verdünnter Stellen der Bastzelle. Ihre durchschnittliche Breite wird auf $\frac{4—6}{400}$ Millimeter geschätzt. (Fig. 69 *L.*)

Die Hanffaser unterscheidet sich von der des Flachses bei mikroskopischer Untersuchung zunächst dadurch, dass sie ungleich starrer, dass der Hohlraum in der Regel weiter, die Wände stärker verdickt und dass, was besonders charakteristisch ist, die Enden häufig gegabelt erscheinen. (Fig. 69 *H.*)

*) Hager, Miskroskop, Berlin 1879. S. 95.

Die Chinagrasfaser, Jute, ist mehr bandförmig, hat wie die Leinenfaser schief gestellte Porencanäle, aber eine breitere Innenhöhle, ist holzig und starr. (Fig. 69 J.)

Die Baumwolle besteht aus einzelnen Fasern von $2^1/_2$ bis höchstens 6 Centimeter Länge und einer Breite, die zwischen 0·017 und 0·05 Millimeter wechseln kann, die Faser ist nicht oder selten und nur stellenweise cylindrisch, sondern platt, bandartig, hohl, schlauchförmig, obschon die Wände des Schlauches nahe auf einander liegen. Gewöhnlich sind die Enden derselben abgerissen, unregelmässig; auf der Seite, mit welcher sie auf dem Samen fest sass, ist das immer der Fall. Sie erscheint unter dem Mikroskop im befeuchteten Zustand gewöhnlich gekräuselt und noch häufiger pfropfenzieherartig um sich selbst gedreht. An einzelnen Stellen verbreitert sie sich und diese sind dann nicht selten in schrägen Linien quer über die Achse der Faser gestreift. (Fig. 69 B.)

Die Seidenfaser ist die dünnste aller Fasern; sie erscheint vollkommen rund, glatt, ohne Innenhöhle. (Fig. 69. S.)

Die Wollfaser als Haarbedeekung der Säugethiere ist weit verschieden von den Pflanzenfasern. Sie stellt einen Cylinder dar, der aus kleinen Zellen gebildet ist, von welchen die nach aussen liegenden sich abplatten und schuppenartig mit wenig vorstehenden Rändern und festgewordenem Inhalt das Haar umgeben. Die oberen Ränder der einzelnen Schuppen stehen nach aussen, während die unteren gegen die Achse des Haares mit dem inneren, markigen Theil in Berührung stehen. Die Wolle zeigt in Folge dessen ein Aussehen, das sich mit der Oberfläche eines Tannenzapfens vergleichen lässt. Die nicht zur Rinde verwendeten Zellen feiner Wollhaare erscheinen, in die Länge gezogen, undeutlich faserig und stellen eine Art Markstrang dar, der in der Mitte der schuppigen Hülle liegt. (Fig. 69 W.) Das Wollenhaar ist von verschiedener Dicke. Die Elektoralwolle (Fig. 69 E) (Wolle von Schafen vorzüglicher Racen) ist nur $^1/_4$ bis $^1/_3$ so dick als grobe Schafwolle. Die Alpakawolle (Fig. 69 A) stammt von einer Lama-Art.

Um Thierfasern von Pflanzenfasern chemisch zu unterscheiden*), benützt man verschiedene Reagentien. Insbesondere empfehlen sich als solche: 10%ige Kalilauge, Pikrinsäure, ammoniakalische Kupferlösung und englische Schwefelsäure.

Wolle und Seide lösen sieh in Kalilauge auf, Pflanzenfasern nicht. Taucht man das zu prüfende Gewebe in eine verdünnte Pikrinsäure-Lösung und wäscht dann sorgfältig aus, so nehmen Wolle und Seide eine echtgelbe Farbe an, während Baumwolle, Leinen, Hanf weiss bleiben.

Eine ammoniakalische Kupferlösung löst oder quellt Baumwolle, Leinwand und Seide auf, lässt aber Wolle ganz unverändert.

Zur Unterscheidung von Leinenfaser und Baumwolle empfiehlt sich das Kindl'sche Verfahren. Die von allem Appret durch

*) Wagner, Technologie. Leipzig 1868. 389.

Kochen mit destillirtem Wasser befreiten und dann getrockneten Stücke werden ½ bis 2 Minuten in englische Schwefelsäure getaucht, mit Wasser abgespült und zwischen den Fingern etwas gerieben, dann in eine verdünnte Lösung von Salmiakgeist gelegt, um alle anhängende Schwefelsäure zu entfernen und getrocknet. Die Baumwollfäden werden durch die Säure gallertartig gelöst und durch das Abspülen und Reiben entfernt. Die Leinenfasern bleiben unverändert oder werden nur wenig angegriffen.

Noch sei erwähnt, dass beim Anzünden einzelner aus einem Gewebe gezogener Fäden die thierischen Fasern eine aufgeblähte, glänzende, nur schwer vollständig verbrennbare Kohle und nach vollkommener Verbrennung reichliche Asche zeigen, dass die beim Verbrennen aufsteigenden Dämpfe nach verbranntem Horn riechen und darüber gehaltenes Curcumapapier bräunen, während die Pflanzenfasern unter lebhaftem Brennen eine Kohle von der Form des Fadens und nach vollständiger Verbrennung wenig Asche geben. Die Dämpfe riechen brenzlich säuerlich und röthen ein hinein gehaltenes feuchtes Lakmuspapier.

Drittes Capitel.

Heizung.

Zweck der Heizung.

Zweck und Ziel der Heizung ist, in bewohnten Räumen jenen Wärmegrad herzustellen, der erfahrungsgemäss für die Inwohner am behaglichsten und zuträglichsten ist. Käme betreffs der Heizung blos der hygienische Gesichtspunkt in Betracht, so würde von einer Heizanlage nur zu fordern sein, dass sie den für die Gesundheit der Bewohner erforderlichen Wärmegrad erzeugt, diese Wärme dem Raume und der Zeit nach gleichmässig vertheilt und dass durch den Heizbetrieb keinerlei sonstige Nachtheile entstehen.

Erklärlicherweise muss aber betreffs der Heizung zugleich auch der ökonomische Standpunkt in Betracht gezogen werden und dadurch macht sich weiter die Forderung geltend, Brennmaterialien und Heizvorrichtungen zu wählen, durch welche die zu entwickelnde Wärme in sparsamer Weise erzeugt werden kann.

Mit Rücksicht auf die hygienische Forderung tritt zuerst die Frage hervor, bis zu welchem Wärmegrade unsere Wohnungen gebracht werden sollen. Wenn man in Betracht zieht, dass jede Individualität ihrer Natur und Gewohnheit nach verschieden gegen Kälte und Hitze und gegen gleiche Temperaturgrade reagirt und empfindlich ist, dass die Lebensweise, namentlich die Art der Ernährung, der Bekleidung und der Beschäftigung einen verschiedenen Temperaturgrad der Luft im Wohnraum zum Bedürfniss macht, so ergibt sich von vornherein, dass es nicht angeht, einen bestimmten Grad, bis zu welchem Wohnräume in allen Fällen

erwärmt werden sollen, anzugeben. Erwachsene, welche gut genährt und gekleidet sind, fühlen sich in der Regel bei einer Zimmertemperatur von 10—20°C. behaglich, doch sind die Grenzen selbst bei ruhigem Verhalten im Zimmer sehr schwankend. Man kann die Empfindung der Hitze und des Frostes als die richtige Anzeige einer nicht zuträglichen Temperatur-Erhöhung oder Erniedrigung betrachten.

Es ist selbstverständlich, dass eine Turnhalle, eine Werkstatt, in der die Arbeiter starke Muskelanstrengungen entfalten müssen, verhältnissmässig kühler, die Wohnräume alter schwacher Leute und Kinderstuben dagegen wärmer gehalten werden sollen, weil das Kindes- und Greisenalter durch zu niedrige Temperatur viel leichter als das Mannesalter gefährdet wird und gegen Temperatursprünge sehr empfindlich ist.

Mit besonderem Verständniss sollte die Wahl des Temperaturgrades in Krankenzimmern getroffen werden. Für den Fieberkranken ist bekanntlich eine kühlere Luft (10 bis 15° C.) wohlthätig und heilsam, nur muss eine starke Bewegung derselben, da hierdurch zu viel und häufig nur einseitig Wärme entzogen wird, vermieden sein; den Reconvalescenten, den an chronischen Krankheiten siech darniederliegenden Kranken sind hingegen im Allgemeinen höhere Temperaturen zuträglicher (18 bis 20° C.).

Auch das Ausmaass der Temperatur in Schlafzimmern erheischt eine von der Individualität abhängige Wahl. Wer zu Kopfcongestionen Neigung hat, sollte sein Schlafzimmer niedrig temperiren. Die Schlafzimmer gar nicht zu heizen, ist jedenfalls verwerflich. Wenn in einem Quartier die anderen Räumlichkeiten geheizt werden, das Schlafzimmer aber ungeheizt bleibt, so wirken die kalten Wände des letzteren condensirend auf den während des Schlafes ausgeathmeten Wasserdampf und die sonstigen ausgeschiedenen Dämpfe, die Wandporen werden durch Feuchtigkeit verstopft, die natürliche Ventilation gehemmt und dadurch die Luftverderbniss des Schlafraumes herbeigeführt. Das Schlafzimmer sollte deshalb wenigstens bei Tage so weit mässig geheizt werden, dass die Wände auch während der Nacht warm erhalten bleiben.

Da bei Aufstellung sanitärer Forderungen betreffs Heizanlagen dieselben nur dann praktische Beachtung finden können, wenn hierbei der jeweilige Stand der Leistungsfähigkeit der Heiztechnik berücksichtigt wird, so erscheint es nothwendig, dass der Hygieniker die wichtigsten physikalischen Gesetze, welche bei Heizungen in Betracht kommen, kenne und mit den Principien vertraut sei, welche bei Herstellung von Heizanlagen technischerseits beobachtet werden müssen.

Brennmaterialien.

Alle als Brennmaterialien benützten Substanzen, Holz, Torf, Braunkohle, Steinkohle, Holzkohle, Coaks, Petroleum, Leuchtgas u. s. w. enthalten als brennbare Bestandtheile: Kohlenstoff und Wasserstoff. Diese beiden Stoffe sind von wesentlicher Bedeutung, sie bedingen

den Werth des Brennmaterials. Von dem relativen Gehalt eines Körpers an Kohlenstoff und an Wasserstoff hängt nämlich jene Wärmemenge ab, welche durch sein Verbrennen entsteht.

Die Verbrennungswärmen der verschiedenen Körper sind folgende:

Wasserstoff	= 34.462	Wärme-Einheiten,
Kohlenstoff	8.080	„
Alkohol	7.183	„
Wachs, Oel, Fett	10.400	„
Sumpfgas	13.063	„
Elaylgas	11.857	„

Man sieht, würde man reines Wasserstoffgas verbrennen, so würde man die höchste Anzahl Wärme-Einheiten im Vergleich zum Gewicht des Brennstoffes erzielen. In dem Maasse, als Brennmaterialien, die ausschliesslich nur aus Wasserstoff und Kohlenstoff bestehen, reicher an Kohlenstoff und ärmer an Wasserstoff werden, in dem Maasse liefern sie beim Verbrennen weniger Wärme-Einheiten.

Die Zahl der Wärme-Einheiten wird noch geringer ausfallen, wenn solche Brennstoffe zur Verbrennung kommen, die ausser dem brennbaren Kohlenstoff und Wasserstoff noch solche Bestandtheile enthalten, die zur Verbrennung und Wärmebildung nichts beitragen. Die von uns gewöhnlich benützten, oben aufgezählten Brennmaterialien enthalten thatsächlich nebst Kohlenstoff und Wasserstoff auch noch gewisse Mengen von Sauerstoff, manche ausserdem Stickstoff und verschiedene mineralische Beimengungen. Wir verwenden sie doch, weil sie allerwärts in genügender Menge und entsprechend billig zu haben sind.

Indem den Wasserstoff und die Kohle dieser Substanzen mit dem Sauerstoff der Luft in rasche Verbindung treten, entsteht die Wärme und man nennt den ganzen Process Verbrennung.

Während der Verbrennung verhalten sich die verschiedenen Brennmaterialien verschieden bezüglich der Brennbarkeit, der Flammbarkeit, des Wärme-Effectes und der bei der Verbrennung entstehenden Verbrennungsproducte.

Unter Brennbarkeit*) der Brennmaterialien versteht man die grössere oder kleinere Leichtigkeit, mit der dieselben entzündet werden können und sodann zu verbrennen fortfahren. Petroleum ist leicht, Coks schwer brennbar.

Mit dem Namen Flammbarkeit bezeichnet man die Eigenschaft gewisser Stoffe, mit Flamme zu verbrennen. Da nur brennende Gase Flammen bilden können, so erklärt es sich, warum die wasserstoffreichen Brennmaterialien die flammbarsten sind. Beim vollkommenen Verbrennen reiner Kohle entsteht keine Flamme, sondern das Kohlenstück verglüht.

Bezüglich des Wärme-Effectes kommt zweierlei in Betracht: die Quantität der Wärme und der Temperaturgrad, der erreicht wird. Misst man die Wärme nur ihrer Quantität nach, so erhält

*) Wagner, l. c. S. 759.

man die Brennkraft; bestimmt man den Grad der Wärme, so wird die Heizkraft ermittelt. Brennkraft (specifischer oder absoluter Wärme-Effect) und Heizkraft (pyrometrischer Wärme-Effect) zusammengenommen, bestimmen den Werth des Brennmateriales.

Lassen wir die Vor- und Nachtheile der Verwendung der verschiedenen Brennmaterialien ganz bei Seite und vergleichen wir diese nur in Bezug auf die Wärmemenge, welche je ein Kilogramm beim Verbrennen entwickelt, sowie in Bezug auf die bei vollkommener Verbrennung erreichbare möglichst höchste Temperatur, so erhalten wir nachfolgende Zusammenstellung.

Brennmaterial 1 Kilogramm	Mögliche Wärme-Entwicklung in Wärme-Einheiten	Mögliche Temperatur bei vollkommener Verbrennung
Holz	2990	1950° C.
Torf	3480	2110
Braunkohle	4180	2250
Holzkohle	7440	2480
Coks	6800	2480
Anthracit	8000	2510

Zieht man die Wärmemenge, welche 1 Kilogramm jedes dieser Brennmaterialien entwickelt und den mittleren Preis, welchen sie kosten, in Betracht, so kann man eine vergleichende Tabelle über den Preis der Einheit von 1000 Calorien für jedes dieser Brennmaterialien aufstellen, welche eine lohnende Uebersicht über deren relativen Werth geben wird. Selbstverständlich muss wegen der mit der jeweiligen Oertlichkeit variirenden Preise der Brennmaterialien für jeden einzelnen Ort die Tabelle separat entworfen werden.

Was nun die Verbrennungsproducte der verschiedenen Brennmaterialien anbelangt, so hängt deren Zusammensetzung einerseits von der Natur der Brennmaterialien, andererseits von der Art der Verbrennung ab.

Die Verbrennungsproducte bestehen bei einer vollkommenen Verbrennung stets aus Kohlensäure und Wasserdampf, bei einer unvollkommenen ausserdem noch aus Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffen, brenzlichen Stoffen, Theerdämpfen, unverbrannten Kohlenstoffpartikelchen, welches Gemenge zusammen den Russ und den Rauch bildet. Soll ein Brennmaterial vollständig verbrennen, so muss eine genügend grosse Luftzufuhr die Verbrennung unterhalten. Zur vollständigen Verbrennung eines Kilo Holz bedarf man mindestens 5·2, bei Torf 4·2, bei Braunkohle 7, bei Coks 7·3, bei Steinkohle 9 Cubikmeter Luft. Bei manchen Brennmaterialien entziehen sich, selbst wenn ihnen genügend viel Luft zugeführt wird, einzelne Partikelchen der vollständigen Verbrennung und liefern eine Menge verschiedener schlecht riechender Producte, welche ihrer Verwendung zu mancherlei Heizungsarten sehr hinderlich sind. Solche Brennmaterialien sind namentlich der Torf, die Braunkohle; Holz liefert hingegen die wenigsten schädlichen Gase. Unter den Verbrennungsproducten der fossilen Kohle ist sehr häufig auch eine beträchtliche Menge von schwefliger und arseniger Säure, mitunter auch

Ammoniak nachzuweisen, erstere aus den auflagernden Schwefelkiesen, letzteres aus dem Stickstoff der Kohle entstanden.

Heizanlagen.

Diejenigen Apparate und Einrichtungen, die wir zur Heizung bewohnter Räume verwenden, haben mehrfache Aufgaben zu erfüllen. In ihnen soll das Brennmaterial möglichst vollständig verbrennen, weiter soll die hiedurch erzeugte Wärme zur gleichmässigen und den gewünschten Grad erreichenden Erwärmung der Aufenthaltsräume verwendet werden, endlich müssen die durch die Verbrennung entstehenden gasförmigen oder sonstigen Verbrennungsproducte bei Seite geschafft, und insoferne sie durch ihre Beimischung zur Luft für die Gesundheit nachtheilig sein könnten, jedenfalls von dem Wohnraume abgehalten werden. Die Heizanlagen bestehen deshalb meist aus drei Theilen, dem Feuerherd, in dem die Verbrennung stattfindet, dem Heizraum, dessen Wärme für die Erwärmung der Aufenthaltsräume zu dienen hat und dem Schornstein, der den Abzug der Verbrennungsproducte bewirkt.

Die möglichst vollständige Verbrennung und die hiedurch allein erreichbare grösstmöglichste Verwerthung des Brennmaterials wird durch eine zweckmässige Construction des Herdes und des Zugkamins zu erreichen gesucht. Besonders muss dafür gesorgt sein, dass eine zur vollständigen Oxydation mehr als ausreichende Sauerstoffmenge als Luft dem Feuerherde zugeführt wird. Sieht man von den Gebläsen für Schmelz- und Hüttenöfen u. s. w. ab, so ist es der Schornstein, der nebst der Abführung der Verbrennungsproducte auch die Zuführung der Luft, die Herstellung des Zuges bewirkt. Die Zimmerluft wird in Folge der Saugwirkung des Schornsteins durch den Aschenfall und Rost in den Heizraum nachgedrückt und so entsteht eine Luftströmung nach oben und zum Schornsteinkopf hinaus. Diese Art der Luftströmung können wir durch Vergrösserung oder Verringerung des Feuers, durch Oeffnen oder Schliessen des Aschenfallthürchens, durch Erhöhung des Rauchfanges, durch Aufsetzen von Wolpert'schen oder anderen Windsaugern auf den Schornstein reguliren, beziehungsweise verstärken. Die Widerstände gegen den Zug im Schornstein liegen in der Reibung der Luft an den Schornsteinwänden, der Abkühlung der Luft durch diese Wände, sowie in den zufälligen Windstössen und Gegenströmungen der Luft von oben nach unten und seitwärts durch die Wände, endlich in den Sonnenstrahlen*). Die beiden ersteren Widerstände sind natürlich nicht zu vermeiden, aber sie können doch auf ein möglichst geringes Maass zurückgeführt werden, indem man dem Schornstein einen kreisförmigen Querschnitt gibt, der für alle Flächen bei gleichem Quadratinhalt die kleinste Umgrenzung hat und deshalb die Reibung auf das möglichst geringste Maass reducirt und indem man weiter die Innenwände des Schornsteincanales möglichst glatt herstellt und alle Vorsprünge, Unebenheiten und Einengungen zu vermeiden sucht.

*) Schülke, Gesunde Wohnungen. Berlin 1880. p. 49.

Die Abkühlung an den Schornsteinwänden verringert den Zug der Verbrennungsgase, deshalb ist es nicht gut, Schornsteine in undichten Aussenwänden (namentlich an dünnen Giebeln) hinauf zu führen, wo der Wind obenein durch das poröse Mauerwerk wagrecht hineinblasen und den ganzen Zug hemmen kann, oder wo der Regen die Wände feucht macht und dadurch Wassernebel und Abkühlung im Schornstein veranlasst. Windstösse treten namentlich heftig auf, wenn andere Gebäudetheile oder Nachbarhäuser höher hinaufragen als der Schornsteinkopf; der Wind fängt sich daran, erhält eine andere, oft von oben nach unten gehende Richtung, so dass er den Rauch mit Gewalt in den Ofen zurück und schliesslich in's Zimmer treibt.

Ueber die hindernde Einwirkung der Sonnenstrahlen auf den Zug ist man sich in Fachkreisen noch nicht klar. Pettenkofer meint, dass die Sonne diese Wirkung nur auf Rauchsäulen von gewisser Beschaffenheit und Geschwindigkeit habe, und dass das im Kamin in sichtbaren Nebel verdichtete Wasser dabei die Hauptrolle spiele; Wolpert erklärt diese Erscheinung daraus, dass bei warmer Witterung der Zug im Schornstein überhaupt geringer ist als bei kalter, und dass, da die Mauermassen der Häuser kälter sind als die äussere Luft, im Schornsteine, wenn nicht gefeuert wird, beständig eine kalte Luftsäule hinabsinkt, so dass es oft kaum möglich ist, auf dem Herd Feuer anzumachen; ferner wird nach ihm durch die Sonne eine einseitige Erwärmung hervorgerufen, wodurch sich im Schornstein zwei Strömungen, eine nach oben und eine nach unten, bilden; letztere kann daher Rauch mit sich hinabreissen.

Die Grösse des Querschnittes eines Schornsteins hängt von der Zahl der Rauchröhren oder Ofenpfeifen ab, welche in ihn münden sollen, und man kann unter Berücksichtigung der Reibung an den Schornsteinwänden den Querschnitt einer Ofenpfeife doppelt in Rechnung ziehen. Erfahrungsgemäss ist für unsere Ofenfeuerungen und gewöhnlichen Küchenherde ein Durchmesser von 10 Centimeter der Ofenpfeife, also ein Querschnitt von rund 78 Quadrat-Centimeter genügend. Demnach würde für einen Ofen ein runder Schornstein von 14 Centimeter Weite genügen, für zwei Oefen von 20 Centimeter, für drei von 24 Centimeter u. s. w.

Man sieht hieraus, dass die alte Methode, weite Schornsteine von 40 bis 50 Centimeter im Geviert anzulegen, eine verkehrte war.

Ueber die Frage, ob Ofenpfeifen aus mehreren Stockwerken über einander in einen gemeinschaftlichen Schornstein einmünden dürfen, hat Wolpert Versuche angestellt und gefunden, dass, wenn der Schornstein in passenden Dimensionen angeordnet, nach oben nicht verengt, die abwärts gerichteten Windstösse abgehalten und die Einmauerungen der einzelnen Rauchröhren ein wenig nach oben gerichtet und in ziemlichen Abständen von einander in den Schornstein eingefügt sind, dass dann mehrere Feuerungen nicht nur aus einem Stockwerke, sondern aus beliebig vielen verschiedenen Stockwerken in ein und denselben Schornstein münden können.

Der Zug wird ferner gehemmt, wenn in Folge von Wand-, Fussboden- und Plafondfeuchtigkeit oder überhaupt wegen Luftdichtigkeit der Wohnungswände der Zutritt von Luft zum Feuer erschwert oder wenn wegen starkem Russansatze der Schornstein verengert ist. Im ersteren Falle schafft das Oeffnen eines Fensters oder der Thüre oder das Anlegen eines Luftzuführungscanals von aussen zur Feuerung, im letzteren Falle die Reinigung des Schornsteines Abhilfe.

Die Heizung von Wohnungen und öffentlichen Gebäuden kann auf verschiedene Weise vor sich gehen.

Die Heizungsarten lassen sich classificiren in Localheizungen und Centralheizungen und für die letzteren könnte man als Unterabtheilungen noch Centralheizungen mit Localheizkörpern und eigentliche Central-Heizungen annehmen.

Die Localheizungen erwärmen jedes einzelne Zimmer mit einer Extrafeuerung in einem Heizkörper, z. B. in einem Ofen oder Kamin.

Die Centralheizungen beheizen von einem oder von nur wenigen Punkten aus eine Gruppe von Räumen, wobei die Feuerung gewöhnlich in dem tiefsten Theile des Gebäudes, im Keller, angebracht wird.

Eigentliche Centralheizung ist nur die Luftheizung, denn sie bedarf für eine Gruppe von Räumen nur eines Heizkörpers; die übrigen, Wasser- wie Dampfheizungen, haben zwar auch nur eine Feuerstelle, bedürfen aber zur Erwärmung der einzelnen Räume noch besonderer Oefen, welche in den zu erwärmenden Gemächern aufgestellt werden müssen. Es ist daher für diese Heizeinrichtungen die Benennung „Central-Heizungen mit Localheizkörpern" bezeichnend.

A. Localheizung.

Directe Heizung.

Eine directe Heizung von Räumen durch Verbrennen von Brennstoffen auf offenen Herden, in Kohlenbecken oder kleinen Oefen ohne Schornstein etc. ist die älteste, primitivste Heizmethode und nur noch in einzelnen Gegenden Frankreichs, Italiens und Spaniens gebräuchlich. Sie ist unökonomisch und ungesund, weil hiebei nur die Wärmeabgabe durch Strahlung in Betracht kommt, weil die Wärme nicht gleichmässig vertheilt wird und die Verbrennungsproducte beim Uebertritt in die Zimmerluft dieselbe hochgradig verderben.

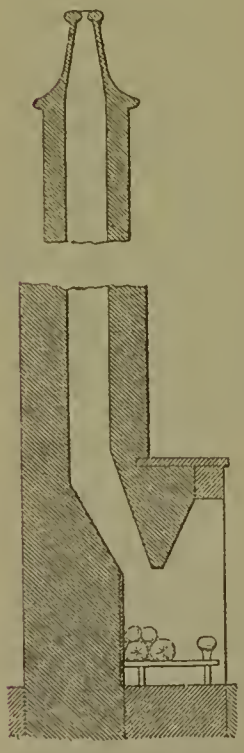
Kaminheizung.

Die Kaminheizung ist gegenwärtig in England und Frankreich noch vielfach in Gebrauch, obwohl sie zu den unvollkommensten Heizungsarten gezählt werden muss.

Beim Kamin der alten Construction (Fig. 70) wird in einer Mauernische ein offenes Feuer erhalten und die Verbrennungsproducte desselben durch eine weite, an ihrem unteren Ende verengte, mit dem Feuerherde unter einem stumpfen Winkel in Ver-

bindung stehende Schornsteinröhre abgeführt. Nur ein geringer Theil der im Kamin erzeugten Wärme kommt dem zu beheizenden Raume zugute, und zwar findet die Erwärmung des Raumes nur durch unmittelbare Ausstrahlung eines Theiles der Wärme des Feuers im Kamin statt; leitende Wärme wird gar nicht verbreitet; der grösste Theil der entwickelten Wärme geht ohneweiters durch den Schornstein ab. Da die strahlende Wärme in ihrer Wirkung mit der Entfernung von der Wärmequelle, und zwar im Quadrate dieser Entfernung, abnimmt, so erklärt sich, dass ein grosses Zimmer im strengen Winter durch einen Kamin gar nicht erheizt, eine gleichmässige Wärmevertheilung im Zimmer niemals erzielt werden kann. In der Nähe des Kamins kann die Hitze so bedeutend sein, dass sie unangenehm empfunden wird, entfernt von ihm leidet man durch Kälte.

Fig. 70.



Bei der Kaminheizung findet ein ausserordentlich grosser Luftwechsel statt, indem in den Kamin nicht allein die zur Unterhaltung des Feuers erforderliche Luftmenge einströmt, sondern auch über die Flamme hinweg viel erwärmte Luft in den Schornstein geht, wodurch eine hermetische Abschliessung des Zimmers zur Vermeidung der Abkühlung nicht möglich wird, denn sobald die grosse Quantität der in den Schornstein einströmenden Luft nicht durch neue, durch Fenster, Thüren oder sonstige Undichten eindringende Luft ersetzt wird, entsteht ein niederwärts gehender Zug im Schornstein und der Kamin fängt an zu rauchen.

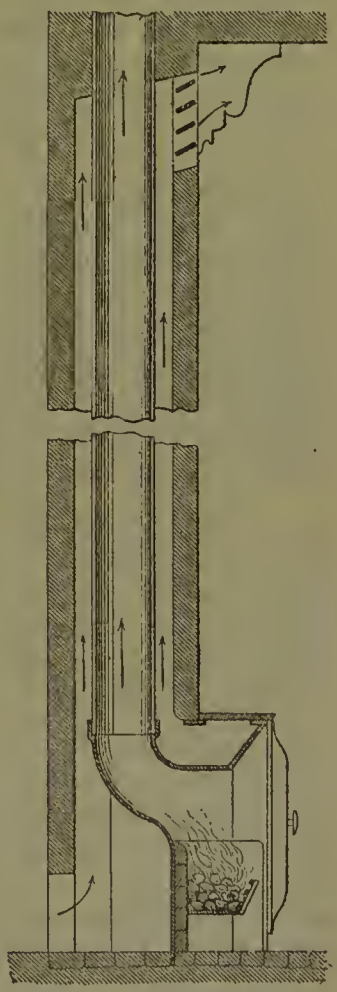
Es ist deshalb begreiflich, dass der Kamin als Heizanlage sehr mangelhaft und unökonomisch ist, indem er bei gleicher Leistung wenigstens fünfmal mehr Brennmaterial bedarf, als ein gewöhnlicher Zimmerofen; als Ventilationsapparat leistet er dagegen Hervorragendes, da durch ihn in einer Stunde bis 1500 Cubikmeter Luft abgeführt werden können. Mit Rücksicht auf die bedeutende Aspirationswirkung des Kamins ist es nothwendig, dafür zu sorgen, dass in Zimmern, die durch Kamine beheizt werden, nur frische, unverdorbene Luft, nicht aber Luft aus Aborten, Gängen, Küchen u. s. w. in das Zimmer eintrete.

Wesentlich verbessert wurde der Kamin durch Galton. Bei dem Galton'schen Kamin geht die Luft aus dem Zimmer zum Brennraum, während frische Luft von aussen durch einen mit der äusseren Atmosphäre communicirenden Canal in einen das Rauchrohr umgebenden Hohlraum dringt und, nachdem sie daselbst erwärmt wurde, durch nahe der Decke gelegene und durch Jalousien verschliessbare Oeffnungen im Zimmer sich verbreitet (Fig. 71). Durch diese Einrichtung werden Ventilation und Heizung in zweck-

mässiger Weise combinirt. Die an der Decke einströmende Luft zeigt durchschnittlich 30 bis 35° C. und beträgt mindestens 80% des durch den Kamin abgeführten Luftquantums, wodurch das Nachströmen kalter Luft durch andere Oeffnungen sehr erheblich vermindert wird. Bezüglich des Heizeffectes leistet der Galton'sche Kamin wohl nicht so viel wie ein gewöhnlicher, schwedischer Zimmerofen, jedoch weit mehr als der gewöhnliche Kamin.

Weiter hat man, um neben der Strahlung auch einen Theil der Wärme durch Leitung auszunützen, ohne der Annehmlichkeit der Kaminheizung entsagen zu müssen, das Feuer beobachten und selbst unterhalten zu können, den unmittelbaren Abzug der erwärmten Luft aus der Feuernische in den Schornstein verhindert und eine Circulation der erwärmten Luft, ähnlich wie bei den Zimmeröfen, hergestellt. Diese durch Combination von Ofen mit Kamin entstandenen Feuerungen heissen Ofenkamine.

Fig. 71.



Ofenheizung.

Jeder Ofen besteht im Wesentlichen aus zwei Theilen, und zwar aus dem durch eine gemauerte oder metallene Umhüllung umschlossenen Feuerraum, der die Wärme des brennenden Heizmaterials durch die Umhüllung (Heizfläche) an die Zimmerluft abgibt, und aus der Ofenpfeife, welche den Rauch in den Schornstein abführt.

Der Ofen ist in ökonomischer Beziehung eine weit bessere Heizanlage als der Kamin, vorausgesetzt, dass er mit einem gut ziehenden Schornstein in Verbindung steht. In einem gut construirten Ofen lässt sich eine vollkommene Verbrennung des Brennmaterials erzielen, die hiedurch erzeugte Wärme kann zum allergrössten Theil ausgenützt werden, und zwar theilt sich diese Wärme dem zu erwärmenden Raume nicht allein durch Strahlung, sondern auch durch Leitung mit. Ob der Ofen auch allen hygienischen Anforderungen entspricht, hängt von der Bauart desselben ab und ist eine Frage, die für jeden einzelnen Fall nach den jeweiligen Verhältnissen beurtheilt werden muss.

Für die Werthschätzung eines jeden Ofens in ökonomischer und hygienischer Beziehung ist es vor Allem nothwendig, sich die Vorgänge zu vergegenwärtigen, die während der Beheizung des Ofens stattfinden. Sobald die Verbrennung der auf dem Ofenrost lagernden, durch Anzünden entflammten Brennstoffe unter Mitwirkung der unter dem Aschenfall durch das Zugthürchen eintretenden und durch den

Sehornstein angesaugten Luft eingeleitet ist und unterhalten bleibt, theilt sich die erzeugte Wärme zuerst der Ofenwand (Heizfläche) und den Ofenbestandtheilen mit. Es hängt von den Materialien ab, aus denen der Ofen eonstruirt ist, wie vollständig, wie raseh und wie hoeh die Heizflächen hiedurch erwärmt werden; weiter bedingt der Umstand, ob die Verbrennungsgase einen längeren oder kürzeren Weg im Ofen zurüekzulegen haben, bevor sie dureh den Sehornstein entweichen, die Menge der Wärme, welehe die Verbrennungsgase an das Zimmer abgeben. Die meiste Wärme wird dem zu beheizenden Raume zugeführt, je kühler die Verbrennungsgase in den Schornstein treten. Ziehen aber die Verbrennungsgase heiss in den Abzugssehlott ab, so wird ein entspreehend grosser Theil der bei der Verbrennung im Ofen erzeugten Wärme ungenützt weggetragen.

Der auf diese Weise erhitzte Ofen gibt nun seine Wärme in zweifaeher Art an jenen Raum ab, in dem er steht, nämlieh dureh Strahlung und dureh Leitung.

Die Grösse der Wärmemenge, welehe der Ofen dureh Strahlung abgibt, hängt zunäehst von der Differenz der Temperatur zwischen den Ofenwänden und der Temperatur der im Zimmer befindlichen Gegenstände ab und wäehst mit der Zunahme dieser Differenz. Ferner hängt sie noeh ab von der Besehaffenheit der Oberfläche der Ofenwandungen. Im Allgemeinen strahlen die Oberfläehen der weniger diehten und glatten Körper mehr Wärme aus, als jene der diehten. Es beträgt die Wärmestrahlung von Kienruss 100, von Bleiweiss 100, von Tuseh 85, von einer glatten Metallfläehe 12.

Die meiste Wärme gibt aber der Ofen durch Leitung ab, da die von der heissen Ofenoberfläehe erwärmte Luft in die Höhe steigt, bis sie nahezu den Plafond erreieht und dann, sobald sie hier eine Abkühlung erfahren hat, wieder gegen den Zimmerboden sinkt, um sieh neuerdings am Ofen zu erwärmen und in dieser Weise stetig zu eireuliren.

Die Materialien, aus welehen unsere Oefen eonstruirt werden, sind: Gusseisen, Eisenbleeh und gebrannter Thon (Kaeheln, Ziegel). Das Eisen nimmt als guter Wärmeleiter die Hitze leieht auf; ist die Dieke soleher Ofenwände, wie in der Regel, gering, so geht die Hitze der eisernen Ofenwände leieht und raseh in die Umgebung über. Ein dünnwandiger eiserner Ofen wird also rasch heiss, aber aueh sofort abgekühlt, wenn das Feuer erlosehen ist.

Der gebrannte Thon eignet sieh als Ofenmaterial besonders dann, wenn es sieh nicht um ein sehnelles Warmwerden, sondern um eine gleiehmässige Heizung handelt; so raseh und so reiehlich diesem Material aueh die Wärme dargeboten werden mag, stets wird es die Wärme nur langsam, naeh und naeh aufnehmen und abgeben.

Gemischte Oefen, bei welehen der Heizkasten aus Eisen und der Aufsatz aus Kaeheln besteht, vereinigen in gewisser Hinsicht die Vortheile der eisernen und der Thonöfen, indem durch den eisernen Feuerraum die Heizung des Zimmers besehleunigt wird,

der obere Ofentheil aber zum Aufspeichern und zum Vertheilen der Wärme dient.

Je nach der Fähigkeit des Ofenmaterials, grössere oder geringere Wärmemengen in sich aufzuspeichern und dieselben entweder rasch oder allmälig abzugeben, ist die Construction der verschiedenen Oefen eine vielfach abweichende. Die im Heizraume erzeugte Wärme soll durch Strahlung oder Leitung möglichst vollständig dem zu beheizenden Raume mitgetheilt und blos jene Wärme verloren gegeben werden, welche die Verbrennungsgase haben müssen, damit der erforderliche Abzug derselben in den Kamin ungestört stattfinde. Diese Temperatur kann im Allgemeinen mit 75° angenommen werden. Der Wärmeverlust wird durch verlängerte Rauchcanäle oder dadurch verringert, dass man in dem Ofen im Innern mehrere verticale Züge construirt, in welchen die Verbrennungsgase einigemal auf- und abgehen müssen, ehe sie in den Schornstein gelangen.

Da die eisernen Oefen die im Feuerungsraume entwickelte Wärme sehr schnell durch sich hindurchleiten und an die Zimmerluft abgeben, so werden sie häufig ohne verticale Züge construirt und bestehen, wie z. B. die sogenannten Kanonenöfen aus einem hohlen gusseisernen Cylinder, der am oberen Ende mit einem Blechrohr, am unteren mit einer Heizthür versehen ist. Immerhin ist bei dieser einfachen Construction trotz der raschen Wärmeabgabe von Seite des Eisens der Wärmeverlust durch die abgehenden Gase ein erheblicher und man sucht demselben zu steuern, indem man ein langes Rauchrohr anlegt.

Bei den Oefen, welche aus gebranntem Thon bestehen, einem Material, das die Wärme nur langsam aufnimmt, aber auch langsam abgibt, sind dagegen stets zahlreiche Züge vorhanden, so z. B. bei den russischen und schwedischen Oefen. Die Anlage der Züge kann senkrecht, abwechselnd steigend und fallend, wie bei den russischen Oefen, oder blos horizontal und steigend, wie bei den schwedischen Oefen sein. Die Schnelligkeit, mit der sich ein Ofen beim Erhitzen erwärmt und mit der er beim Löschen des Feuers auskühlt, hängt weiter auch von der Dicke der Ofenwandungen, von der Grösse des Ofens und namentlich von der Grössse der Heizfläche ab. Die Erfahrung lehrt, dass man mit möglichst grossen Heizflächen den besten Effect bei verhältnissmässig geringerem Kostenaufwand erzielt. Es ist immer besser, grosse Heizflächen schwach zu erwärmen, als mittelst kleiner einen stärkeren Wärmegrad hervorzurufen, weil im letzteren Falle eine Ueberhitzung der Heizfläche nur zu leicht möglich ist.

Es hat sich gezeigt, dass die durch einen Ofen sich verbreitende Wärme am angenehmsten ist, wenn die Temperatur der erwärmenden Flächen 50 bis 60° C. nicht übersteigt. Werden die Heizflächen heisser, wie dies am häufigsten bei eisernen Oefen mit dünnen Wänden der Fall ist, so concentrirt sich die Ofenwirkung fast nur auf Wärmestrahlung, was gesundheitlich von Nachtheil ist. Die strahlende Wärme trifft unseren Körper nur ein-

seitig und kann deshalb, wie bereits früher erörtert wurde, Störungen im Blutkreislauf bewirken. Schon aus diesem Grunde functioniren alle jene Oefen hygienisch vortheilhafter, deren Wirkung vorwiegend in Wärmeleitung besteht. Hohe, schlanke und grosse Thonöfen, deren Wände eine bedeutende Fläche bieten und deren Material seiner Natur und Dicke wegen Wärme langsam aufnimmt und abgibt, sind deshalb, wenn es sich um eine gleichmässige, behagliche Zimmerheizung handelt, den kleinen, dünnen, Wärme rasch leitenden eisernen Oefen, die mehr für schnell zu erwärmende Geschäftslocalitäten sich eignen, unbedingt vorzuziehen.

Um bei eisernen Oefen der Ueberhitzung vorzubeugen, die Heizflächen zu vergrössern und dadurch die Wärmeleitung zu steigern, werden neuerer Zeit häufig die Gusswände dieser Oefen mit weit vorstehenden Rippen versehen (Fig. 72).

Die Ueberhitzung der Ofenwände hat aber auch noch andere gesundheitliche Nachtheile zur Folge. Mit der Erhitzung der Luft steigt die Fähigkeit derselben, Wasser aufzunehmen.

Fig. 72.

Wird durch starke Heizung kalte Luft hoch erwärmt, so enthält sie relativ zu wenig Wasser in gespannter Form und macht uns das Gefühl der Trockenheit; eine mässige Erwärmung verändert hingegen den Wassergehalt der Luft weniger erheblich. Weiter belästigt der auf glühenden Ofenflächen versengende Staub durch den hiebei entstehenden brenzlichen Geruch.

Findet die Ueberheizung eiserner Ofenwände statt, so kann auch ein Wasserverlust der Zimmerluft dadurch auftreten, dass an den rothglühenden Flächen das Wasser zersetzt, der Sauerstoff desselben vom Eisen gebunden wird und der Wasserstoff diffundirt.

Es ist deshalb nicht ungerechtfertigt, wenn man behauptet, dass Oefen aus Eisenblech bei schlechter Construction und unachtsamer Behandlung die Zimmerluft stark austrocknen. Allein es muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass, wenn im Winter die in Folge der natürlichen Ventilation einströmende kalte Aussenluft mit ihrem geringen absoluten Feuchtigkeitsgehalte erwärmt wird, sie zwar nicht an ihrem absoluten, wohl aber immer an ihrem relativen Feuchtigkeitsgrade verliert, und zwar in allen Fällen, d. h. bei jeder Art von Heizung. Wird z. B. gesättigt feuchte Luft von -20^0 C., von der jeder Cubikmeter 1·57 Gramm Wasserdampf enthält, durch eine Heizung auf $+20^0$ C. erwärmt, so müsste, wenn das Stadium der Sättigung noch vorhanden sein sollte, diese Luft 17·53 Gramm Wasserdampf pro Cubikmeter enthalten. Diese Luft von $+20^0$ enthält aber nur 1·57 Gramm, also nur $\frac{1{\cdot}57}{17{\cdot}53}$ $= 0{\cdot}089$ der bei $+20^0$ C. möglichen maximalen Feuchtigkeit, das wäre also rund 9%. Zieht man noch die Ausdehnung, welche die

Luft bei einer Temperatur-Erhöhung von 40° erfährt, in Rechnung, so resultiren nur 8% relative Feuchtigkeit.

Durch jede Art von Heizung, sei sie Ofen-, Kamin-, Luft- oder Wasserheizung, wird also eine Reduction der relativen Feuchtigkeit bewirkt. Sinkt die relative Feuchtigkeit bedeutend, etwa unter 60% oder noch mehr, so spricht man von „Austroeknung" der Luft.

Es wird auch behauptet, dass die gusseisernen Oefen, wenn sie bis zum Rothglühen erhitzt werden, Kohlenoxydgas austreten lassen. Man will gefunden haben, dass aus einem gusseisernen Mantelofen bei Kohlenheizung in 92 Stunden eine Menge Kohlenoxydgases durch das Metall austrat, die 0·0141 bis 0·132% der Luft betrug, welche langsam mit der erhitzten Oberfläche in Berührung kam. Bei den Versuchen, welche die von der französischen Akademie zur Feststellung dieser Angaben entsendete Commission angestellt hat, stieg das Kohlenoxyd während Erheizung mittelst eines glühenden gusseisernen Ofens auf 0·38, ja sogar auf 1·8 Volum per Mille*). Dieselbe Commission fand, dass im Blute solcher Kaninchen, die in der Nähe des geheizten, eisernen Ofens entnommene Luft geathmet hatten, Kohlenoxyd nachgewiesen werden konnte.

Auf Grundlage dieser Erfahrungen und Versuche war die Mehrzahl der Aerzte überzeugt, dass durch unzweckmässige Heizvorrichtungen, insbesondere durch eiserne Oefen, sobald sie zum Glühen kommen, die Atmosphäre der Wohnungen in einem die Gesundheit schädigenden Maasse mit Kohlenoxyd geschwängert werden könne.

Diese allgemeine Ansicht trachteten in neuester Zeit mehrere hervorragende Fachmänner zu erschüttern. Es wurde einerseits geleugnet, dass den Oefen, auch wenn sie glühen, Kohlenoxyd entweiche, und es wurde andererseits bezweifelt, dass das Kohlenoxyd in kleinen Mengen der Gesundheit schädlich werden könne.

Es wurde darauf hingewiesen, dass vom physikalischen Standpunkte ein Austritt des im Ofen gebildeten Kohlenoxyds durch das Gusseisen umsoweniger möglich ist, als hier ein kräftiges Saugen, ein Zug, also das Gegentheil von Druck stattfindet und dass demnach das Kohlenoxydgas, das sich bei kräftigem Zug ohnehin nur in Spuren bildet, viel bequemer zum Schornstein hinaus mit den übrigen Gasen entweichen kann.

Doch treten bei der Heizung noch andere Umstände auf, in Folge deren Kohlenoxyd entsteht und sich der Zimmerluft beimengt. So bildet sich Kohlenoxydgas entweder durch Staub, der an den glühenden Ofenwänden versengt wird, oder aber es treten die Verbrennungsgase wegen Undichtigkeiten im Ofen und den Ofenröhren oder wegen Schliessung der Ofenklappe am Rauchrohr, endlich bei mangelhaftem Zuge im Kamin als Rauch in das Zimmer und bringen so das Kohlenoxyd mit. Sehr häufig tritt

*) Comptes rendus 1869. I. p. 1006.

Kohlenoxyd auf, wenn Kohle oder Holzkohle in sogenannten Kohlenbecken im Zimmer selbst verbrannt wird. Das Eindringen von Kohlenoxyd aus der Heizvorrichtung ist demnach nicht nur möglich, sondern sogar nicht selten*).

Bezüglich der Mengenverhältnisse, in denen das Kohlenoxyd gesundheitsschädlich wirkt, gehen die Ansichten noch auseinander. Während man früher erst einen Kohlenoxydgehalt der atmosphärischen Luft von 1 bis 5% für gefährlich hielt, tödtet nach Letheby eine Luft mit 0·5% kleine Vögel bereits nach 3 Minuten. Vogel meint dagegen, dass, wenn eine nur wenig Kohlenoxyd enthaltende Zimmerluft nicht mehr im Stande sei, auf das stark verdünnte Blut, welches bei Vogel's Kohlenoxydprobe (Seite 126) zur Anwendung kommt, einzuwirken, diese Luft auch das viel concentrirtere Blut der menschlichen Lungen nicht vergiften könne. Die grosse Menge Sauerstoff bilde hier das natürliche Gegengewicht. Vogel hält daher die Gegenwart geringerer Mengen von Kohlenoxyd in der Luft als 25 Theile in 10.000 Theilen Luft entschieden für nicht schädlich**).

Es ist bereits früher (Seite 126) erwähnt worden, dass Fodor auf Grund sorgfältiger Versuche zu dem Schlusse kommt, dass eine Luft, die 0·5 per Mille Kohlenoxyd enthält, wenn anhaltend eingeathmet, die Gesundheit schädigt. Fodor betont, dass die Schädlichkeit des Kohlenoxyds unzweifelhaft nicht erst dann beginnt, wenn bereits schwere Krankheitssymptome sich einstellen. Eine solche Substanz ist für die Gesundheit unbedingt als schädlich anzusehen, sobald sie nur Spuren einer nachtheiligen Wirkung aufweist.

Den Nachtheilen, welche durch Ueberhitzung der Oefen entstehen, sucht man verschiedentlich vorzubeugen. Das wichtigste bleibt, Ofen und Ofenwände so zu construiren, dass die Heizflächen nicht zu heiss werden. Gegen die lästige Wärmestrahlung eiserner Oefen schützt man sich durch Ummantelung, gegen die Luftaustrocknung dadurch, dass man flache Wassergefässe auf den Ofen stellt oder benetzte Tücher in der Nähe des Ofens aufhängt.

Während in früherer Zeit die sogenannten Schüröfen, bei welchen ein fortwährendes Nachlegen von Brennmaterial durch die unten am Ofen angebrachte Heizthüre stattfindet, einzig und allein in Gebrauch waren, sind gegenwärtig die Füllöfen zu häufiger Verwendung gelangt. Dieselben werden auf einmal mit dem Brennmaterial gefüllt, und zwar von oben; das Brennmaterial, das sie fassen, reicht für einen halben oder ganzen Tag aus.

Unter diesen Füllöfen sind es besonders zwei Species, welche sich in den letzten Jahren eine grosse Verbreitung erworben haben, die eine ist von Meidinger, die andere von Wolpert angegeben.

Der Meidinger'sche Ofen (Fig. 73) besteht aus einem gusseisernen Füllcylinder ohne Rost und ist von einem doppelten Blech-

*) Fodor, Vierteljahrsschft. f. öff. Gsdhtpflg. 1880. S. 5.
**) Vogel, Berichte der deutsch. chem. Gesellsch. 1878. Heft 2. S. 236.

mantel umgeben; der Füllcylinder, aus einzelnen Ringen bestehend, die man auswechseln kann, hat unten statt der Rostöffnung einen Hals, mit einer hermetisch schliessenden Thür versehen, die durch seitliche Verschiebung den Luftzutritt auf das genaueste reguliren lässt. Beschickt wird der Ofen mit Kohle oder Coks, die bis zu einem gewissen Grade verkleinert werden müssen, damit das Feuer weiter brennt. Die Verbrennung in diesem Ofen ist rationell und ökonomisch; die Wärme wird rasch an die Ofenwände abgegeben; der Brennstoff wird vollständig zu Kohlensäure verbrannt; durch den doppelten Blechmantel ist die lästige strahlende Hitze vermieden, so dass man den äusseren Mantel stets mit der Hand anfassen kann; die aussergewöhnliche Stärke der Ofenwandungen hält die Hitze länger zurück und schützt vor dem raschen Verbrennen des Eisens; der Ofen erfordert die geringste und einfachste Bedienung, heizt rasch, kräftig, andauernd und billig.

Fig. 73.

Der Mantelofen von Wolpert besteht aus einem Feuerkasten, der einen Füllcylinder und eine Anzahl enger Heizröhren trägt. Der Cylinder dient zur Aufnahme des Brennstoffes, die Verbrennung findet nur im Feuerkasten statt und die verbrannten Gase durchströmen die engen Röhrchen, die sich oben in einem gemeinschaftlichen Kasten vereinigen und von dort in das Rohr abziehen. Diese Röhrchen bilden eine grosse Oberfläche und bewirken also eine vorzügliche Ausnützung der Feuergase. In diesem Ofen kann man Alles brennen, selbst Sägespäne, Torfstaub u. s. w.

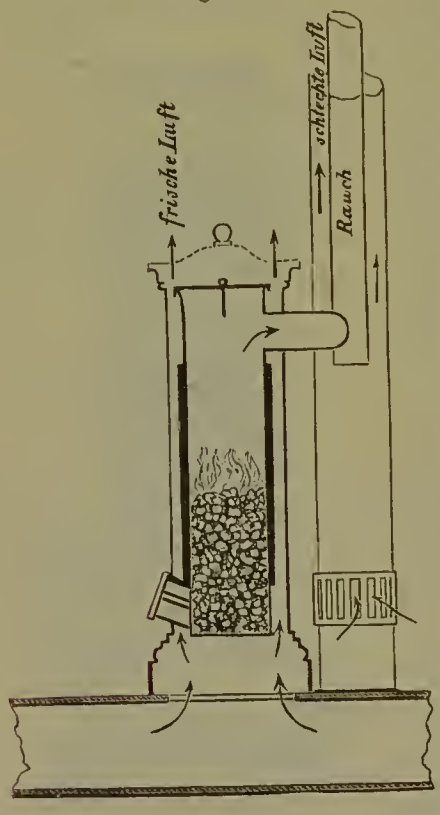
Der Hauptvortheil dieser beiden Oefen, sowie überhaupt der Mantelöfen besteht darin, dass sich mit denselben kräftig wirkende Ventilations-Einrichtungen verbinden lassen, was bei den gewöhnlich construirten Oefen nicht oder weniger leicht der Fall ist.

Die gewöhnlichen, vom Zimmer aus heizbaren Schüröfen sind, wie bereits früher erörtert wurde, nicht ganz ohne ventilatorische Wirkung, allein diese Wirkung ist mit Rücksicht auf den Ventilationsbedarf eine viel zu geringe, und beträgt im günstigsten Fall, wie Seite 170 erwähnt, 90 Cubikmeter. Wenn man hingegen den Raum zwischen dem Ofen und dem Mantel eines Mantelofens oben durch Oeffnungen mit der Zimmerluft und unten seitlich durch einen nach aussen mündenden Suctionscanal mit der Atmosphäre communiciren lässt, so wirkt während der Heizperiode der Mantel-Binnenraum als Lockkamin und fördert so eine sehr beträchtliche Menge

einer reinen und nach dem Durchgang durch den Mantel-Binnenraum entsprechend angewärmten Luft in's Zimmer.

Diese Ventilations-Mantelöfen werden häufig noch mit Einrichtungen versehen, durch welche man die Zufuhr frischer Luft von aussen nach Belieben regeln und auch gänzlich abschliessen kann. Der Canal, der die Aussenluft in den Mantelraum zuführt, wird nämlich mit einem Schieber versehen. Ferner kann durch eine am unteren Theil des Mantels angebrachte Oeffnung durch Zu- oder Aufmachen derselben mittelst eines Thürchens die Zimmerluft mit dem Mantel-Binnenraum in Communication gesetzt oder abgesperrt werden. Schliesst man mittelst Schieber den Canal, so tritt durch das offene Thürchen die Zimmerluft in den Mantelraum, erwärmt sich an den Ofenflächen und geht an dem oberen offenen Ende des Mantels in das Zimmer, steigt als warme Luft gegen die Decke, kühlt sich hier ab, sinkt in Folge dessen zu Boden und tritt dann wieder in den Mantelraum ein, um so fortwährend zu circuliren. Durch diese Circulationsheizung wird das Zimmer zunächst angeheizt, die Wände werden erwärmt und das Zimmer ohne Wärmeverlust auf den gewünschten Grad temperirt.

Fig. 74.



Will man nun ventiliren, so schliesst man das Thürchen nach dem Zimmer und stellt den Schieber des Suctionscanals derart, dass frische Luft je nach Bedarf mehr oder weniger eintritt. Die frische Luft erwärmt sich im Mantelraum und steigt im Zimmer gegen die Decke auf. Für den Abzug der Luft, welche nach Abkühlung und Verathmung heruntersinkt, lässt man in den Zimmerwänden, nahe am Fussboden einen Abzugscanal nach dem Kamin münden. Der Querschnitt der Abzugsöffnung muss der Grösse nach jenem der Zutrittsöffnung entsprechen. Die Abfuhr der verdorbenen Zimmerluft kann man auch durch eine Ummantelung des Rauchrohres bewirken (Fig. 74).

Die Ansicht, dass die in einem geheizten Zimmer mit natürlicher Ventilation circulirende Luftmasse, sobald dieselbe vom Ofen erwärmt und dadurch ausgedehnt, an diesem emporsteige, sich als wärmere und daher leichtere Luftschicht an der Zimmerdecke hin- und herbewege, und an den kälteren Wandungen oder Fensterflächen zur Abwärtsbewegung gezwungen werde, um dann am Fussboden des Zimmers in einer der oberen Bewegung entgegengesetzter Richtung dem Ofen oder einer anderen Abzugsöffnung direct wieder

zuzuströmen, ist nach den neueren Versuchen Fleck's*) mittelst des Ballon-Anemoskopes dahin zu corrigiren, dass zwar ein sehr rapider Auftrieb der Zimmerluft unweit der heissen Ofenfläche stattfindet, dass aber die Luftbewegung an der Zimmerdecke sehr bald durch ein ungefähr 1 bis 2 Meter vom Ofen bemerkbares Sinken der durch die Zimmerdecke abgekühlten Luft unterbrochen wird, so dass diese Luft sich bis auf die halbe Höhe des Zimmers herabsenkt, sich ein Stück in horizontaler Richtung fortbewegt, um dann wieder emporzusteigen und an einer kalten Wand oder Fensterfläche von Neuem zu sinken.

Hat ein solches Zimmer bedeutende Tiefe und befindet sich der Ofen in der grössten Entfernung vom Fenster, so wiederholt sich nach Fleck das Auf- und Absteigen der erwärmten Luftschichten bis zu ihrer Ankunft an der Fensterfläche mehreremal im Raume.

Ein durch abgekühlte Luftschichten nach dem Zimmerboden geführter Ballon-Anemoskop bewegt sich ferner nicht immer in gerader Richtung nach der Luftabzugsstelle, z. B. der Ofenöffnung, sondern beschreibt unter dem wechselnden Einflusse des abkühlenden Fussbodens und der näheren oder entfernteren, kühleren Wandflächen, sowie den von oben niedergehenden, kühleren Luftschichten sehr häufig in abwechselnd verticaler und horizontaler Richtung fortlaufende Kreislinien (Cykloide). Nähert sich ein mit einer kälteren Luftschicht niedergeführter Ballon einem Schranke oder sonstigem Zimmergeräthe mit grossen Flächen, so finden in Folge der an diesen Flächen stattfindenden schwachen Luftstössen kreisförmige, stehende Bewegungen der Ballons statt, welche bisweilen in sehr lebhafte Wirbelläufe übergehen (Fleck).

B. Centralheizung.

Nach Ahrens**) bestehen die Vortheile der Central- vor den Localheizungen in Folgendem:

1. Ihre Bedienung ist eine sehr bequeme, da der Transport der Brennmaterialien aus dem Keller nach den Heizstellen in den einzelnen Räumen fortfällt.

2. Wird die Reinlichkeit befördert, da keine Asche aus den Zimmeröfen zu entfernen ist.

3. Ist ein Betreten der zu erwärmenden Räume durch das Heizpersonal ausgeschlossen.

4. Können Corridore und Treppenhäuser auf leichte Weise mit beheizt werden, wodurch der lästige Zug beim Aufgehen von Thüren oder auch schon durch die Thürritzen vermieden wird.

5. Erspart man Raum durch Wegfall der grossen Heizöfen, vielleicht mit einziger Ausnahme der Warmwasserheizung.

6. Erspart man Brennmaterial, weil durch Anlage genügend grosser Heizflächen die erzeugte Wärmemenge vollständiger aus-

*) Fleck, Das Ballon-Anemoskop. Ztsch. f. Biol. 1880. p. 205.
**) Ahrens, Centralheizungen, Leipzig 1880. p. 5.

genutzt werden kann, trotzdem durch die langen Leitungen viel Wärme ungenützt verloren geht.

7. Der Hauptvorzug ist der, dass sich mit den Centralheizungen meist eine gute Ventilation verbinden lässt.

Andererseits ist mit den Centralheizungen das Unangenehme verknüpft, dass bei gelegentlichen Beschädigungen, die nie ganz zu vermeiden sind, einzelne Wohnungen oder Stockwerke, selbst das ganze Haus unwohnlich gemacht werden können. Auch ist das Einfügen neuer Theile eines Gebäudes in ein Centralheizungssystem immer mit Schwierigkeiten verbunden.

Central-Luftheizung.

Bei der Central-Luftheizung steht der die Wärme erzeugende Ofen nicht im Zimmer, sondern in einem anderen Raume, Heizkammer genannt, von wo aus die warme Luft in die zu beheizenden Räumlichkeiten mittelst Canälen übertragen wird.

Die Heizkammer liegt unterhalb aller zu heizenden Localitäten. Da man bestrebt ist, mit möglichst wenig Brennmaterial die möglichst grösste Wirkung zu erzielen, gibt man dem Heizkörper sehr grosse Heizflächen, versieht ihn mit Strahlungsrippen und hält die Verbrennungsgase, indem man sie durch vielfach gewundene, im Heizraum verlaufende Röhren hin- und herströmen lässt, so lange zurück, bis sie ihre meiste Wärme der Luft in der Heizkammer abgegeben haben.

Diese besondere, durch die ökonomischen Rücksichten bedingte Constructionsart der zur Luftheizung dienenden Oefen macht es in hygienischer Hinsicht nothwendig, zu verlangen, dass der Feuerraum und alle von den Flammen direct zu erreichenden Eisentheile mit feuerfesten Steinen und Chamotte ausgekleidet seien, um nicht glühend zu werden, und dass die Verbindung der Wärmestrahlungskörper und der Rauchröhren eine durchaus dichte sei, damit bei etwaigen Stössen und Rückströmungen im Schornstein der Rauch nicht durch offene Fugen in die Heizkammer dringt und schliesslich den Zimmern mitgetheilt wird.

Weiter ist zu beachten, dass die Röhren, durch welche die Verbrennungsgase streichen, für den Fall, als sich darin Russ und Flugasche ansetzt, der Reinigung leicht zugänglich seien. Für die ganze Brauchbarkeit der Luftheizung ist es eine wesentliche Bedingung, den Heizapparat so einzurichten, dass die Feuerung und die Reinigung des Ofens von aussen geschieht. Eine Heizung in der Kammer erweist sich regelmässig als fehlerhaft, da bei einer solchen Einrichtung Asche, Staub und Rauch in die Zimmer gelangen können. Die Reinigung der Heizapparate muss gleichfalls von aussen geschehen können, und zwar so, dass der reinigende Schornsteinfeger zur Herausnahme des Russes nicht in die Heizkammer zu gehen braucht, weil sonst Tage lang die Luft nach Russ riechen, ja selbst liegen gebliebene Russtheilchen in's Zimmer gelangen würden. Es müssen deshalb die Züge der Heiz-

apparate durch die Umfassungswände der Heizkammer hindurch nach aussen führen, woselbst durch Stöpsel ihr Verschluss bewirkt wird.

Die Heizkammer der Luftheizung fungirt in ähnlicher Weise wie der Mantel-Binnenraum eines Mantelofens. Zur besseren Zusammenhaltung und Ausnützung der Wärme ist es gut, dieselbe aus möglichst schlechten Wärmeleitern, etwa aus Hohlziegeln herzustellen*). Die Heizkammer steht durch den Zuleitungscanal für frische Luft mit der Atmosphäre und durch mehrere Röhren für Ableitung der erwärmten Luft mit den zu beheizenden Räumlichkeiten in Communication.

Die Heizkammer soll durchaus kein Reservoir sein, in welchem eine grosse Menge erwärmter Luft sich sammelt und von da in die Zimmer strömt. In einer unnöthig grossen Heizkammer bleibt die Luft lange mit den Ofenwänden in Berührung, was besonders bei metallischen Oberflächen vermieden werden muss; auch bewirkt die Unterbrechung der Geschwindigkeit ein Absitzen des mitgeführten Staubes auf die Wände, welche, selbst wenn sie keine so hohe Temperatur haben als zur Verkohlung erforderlich ist, doch durch blosse scharfe Trocknung der Staubtheilchen einen unangenehmen Geruch geben.

Es ist als Hauptregel festzuhalten, dass die in's Zimmer strömende Heizluft im Mittel nie mehr als 50° C. haben darf. Um etwa übermässig erhitzte Luft auf eine angemessene Temperatur zu bringen, leitet man gewöhnlich die heisse Heizkammerluft in die sogenannte Mischkammer, in welcher die Luft nach Bedarf in ihrer Temperatur erniedrigt wird, was durch Einlassen kalter Luft von aussen mit Leichtigkeit gesehieht und durch Klappen oder Schieber regulirt wird.

Der Zuleitungscanal für kalte Luft ist in der Regel ein gemauerter, horizontal liegender Canal, welcher unterhalb der Kellersohle von ausserhalb des Gebäudes her geführt wird und am besten auf einem freien Gartenplatze beginnt. Um von der Heizkammer Staub abzuhalten, empfiehlt es sich, die Oeffnung des Zuleitungscanales durch einen Pavillon zu überbauen und die Fenster des letzteren zu vergittern (Fig. 75).

Die Canäle zur Ableitung der erwärmten Luft öffnen sich an der Decke der Heizkammer.

Von den Zuführungs- und Ableitungscanälen gilt im Allgemeinen dasselbe, was von den Schornsteinen gesagt wurde, sie sollen möglichst senkrecht hinauf- oder hinabgehen, glatte Wände, kreisförmigen Querschnitt, keine scharfen Knicke und keine Vorsprünge haben; glasirte Thonröhren sind hiefür ein sehr empfehlenswerthes Material**).

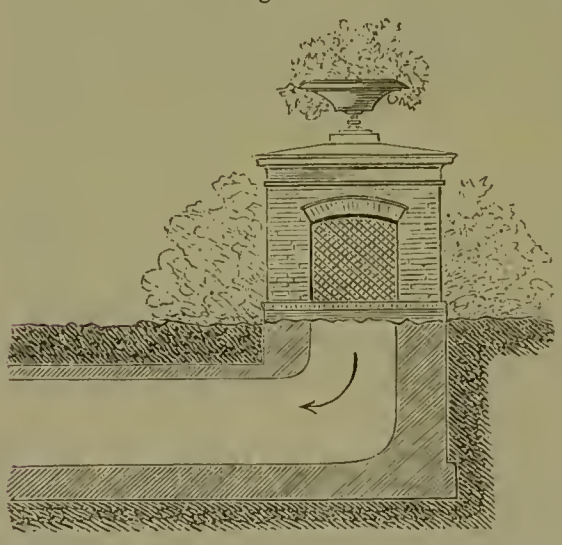
Müssen die Röhren wegen der Vertheilung und Lage der Zimmer horizontal verlaufen, so muss man den betreffenden Canälen einen etwas grösseren Querschnitt geben, weil in weiten Röhren die

*) Schülke, l. c. p. 74.
**) Schülke, l. c. p. 75.

Bewegung der warmen Luft wegen der verhältnissmässig geringeren Reibung an den Wänden des Canals eine grössere ist als in engen, wodurch der Widerstand, welchen die horizontale Leitung der erwärmten Luft, die stets in die Höhe zu steigen sucht, entgegensetzt, paralysirt wird.

Da die Geschwindigkeit, mit welcher sich die warme Luft in den Canälen bewegt, ausser von der Temperatur von der lothrechten Höhe der Canäle abhängt, so können die oberen Zimmer der Heizkammer mehr warme Luft entziehen, als die unteren, welche kalt bleiben. Eine vollständig gleichmässige Vertheilung der Wärmemenge nicht blos in allen Etagen, sondern auch in den einzelnen Räumen derselben kann nur dadurch herbeigeführt werden, dass jeder Raum einen besonderen Zuführungscanal erhält, dessen Dimensionen dem Wärmebedürfnisse entsprechend festgestellt sind. Da diese Einrichtung sehr kostspielig ist und die Verluste an Wärme durch Abkühlung vermehrt, so werden gewöhnlich mehrere neben einander liegende Räume von einem Canal aus erwärmt. Es ist dann jedoch erforderlich, dass die Ausströmungs-Oeffnungen alle in gleicher Höhe und in gleicher Entfernung von der Mitte des Canales liegen. Abzweigungen von einem Wärmecanal für verschiedene Stockwerke zu machen, ist unstatthaft.

Fig. 75.



Wenn man auch für jede Etage einen eigenen Luftzufuhrscanal herstellt, so wird doch, weil die Geschwindigkeit, mit der sich die warme Luft bewegt, von der Höhe der Canäle abhängt, das obere Stockwerk rascher und stärker warm als das untere. Um dieser Schwierigkeit zu begegnen werden mancherlei Kunstgriffe benützt. So wird vorgeschlagen, die Oeffnungen, aus welchen die warme Luft in die Zimmer strömt, in dem unteren Stock möglichst hoch und in dem höheren möglichst niedrig anzubringen, wodurch selbstverständlich die Differenz der lothrechten Höhen der Oeffnungen in den zwei Stockwerken geringer ist, als wenn in beiden die Höhen über dem Fussboden gleich gross angenommen würden.

Zu demselben Zwecke und mit noch mehr Erfolg kann man die Einströmungs-Oeffnungen der Canäle in der Heizkammer, durch welche die erwärmte Luft entweicht, für das obere Stockwerk etwas niedriger anbringen und erreicht dadurch einerseits eine grössere lothrechte Höhe der Canäle und andererseits für dieses Stockwerk eine weniger hohe Temperatur der ausströmenden Luft, weil die tieferen Luftschichten, aus welchen in der Heizkammer diese Canäle schöpfen, eine niedrigere Temperatur besitzen. Durch diese

Verschiedenheit der Ein- und Ausmündungslöcher der Wärmecanäle, durch welche dem unteren Stockwerke warme Luft mit geringer Geschwindigkeit und dem oberen Stockwerke Luft von niedrigerer Temperatur aber mit grösserer Geschwindigkeit zugeführt wird, kann man eine ziemlich gleiche Erwärmung in den gedachten beiden Stockwerken hervorbringen. Für das dritte und vierte Stockwerk kann man dieselben Mittel in Anwendung bringen.

Ein fernerer Behelf zur besseren Erwärmung der unteren Stockwerke besteht darin, dass man die Weite der Canäle für die oberen Stockwerke beschränkt und demnach nicht mehr als die für die letzteren nöthige Wärme der Heizkammer entzieht und indirect die Luft zwingt, in die unteren Stockwerke zu entweichen. Diese Einschränkung der Canäle für die oberen Etagen kann entweder dadurch geschehen, dass man ihnen von Haus aus eine geringere Weite gibt oder durch angebrachte Schieber.

Die Austrittsöffnungen, durch welche die warme Luft in die Räume einströmt, sollen stets in den verticalen Wänden angebracht werden. Wenn die Einströmung nahe am Boden stattfindet, so kann leicht Zimmerstaub aufgewirbelt werden.

Die Leistung der Luftheizung in ventilatorischer Hinsicht ist eine erhebliche. Sämmtliche Luft, welche den Zimmern zugeführt ist, stammt aus dem Freien. Nachdem der warme Luftstrom aus der Heizkammer in das zu heizende Zimmer gelangt ist, entweicht eine Mischung der zugeführten und der im Zimmer früher vorhanden gewesenen Luft. Dieselbe kann theils auf dem Wege der accidentellen Ventilation durch die Mauern und durch die immer vorhandenen Undichten in's Freie gelangen, sie kann aber auch, was von besonderem Vortheile ist, nach dem Feuerrost oder durch einen Lockkamin nach aussen abgeleitet werden. Man kann sie auch zur Erwärmung von Gängen, Fluren u. s. w. benützen.

Um das erste Anwärmen der zu beheizenden Räume zu beschleunigen, kann man bei Beginn und im Anfang des Heizens die Heizluft wieder in die Heizkammer zurückführen und circuliren lassen, bis das Bedürfniss nach Luftwechsel eintritt. Wo z. B. in Schulgebäuden die Luftheizung eingeführt ist, kann man vor Beginn des Frühunterrichtes die Circulationsheizung in Gang setzen und so mit wenig Brennmaterial den nöthigen Temperaturgrad bald erreichen.

Die Einrichtungen der Luftheizung lassen sich ohne bedeutende Mehrauslagen auch für die Zwecke der Sommerventilation anpassen.

Nebenstehende Abbildungen werden das Wesen der ventilirenden Luftheizung deutlich machen. Es liegt unten im Keller ein Calorifer, welcher die Luft erwärmt. Die erwärmte Luft steigt durch einen Canal *a*, den Heizcanal, in die Höhe, tritt in das Zimmer ein und wird auf der anderen Seite in verschiedener Weise abgezogen. Ist der Luftzuführungscanal *k* in der Heizkammer und die Klappe *c* im Zimmer geschlossen, ist auch zugleich die Klappe *b* so gestellt, dass der obere Theil des Canals *b c*, Ventilationscanal genannt, von der Communication mit dem Zimmer abgesperrt ist, so wird die

Luft zwischen Heizkammer und Zimmer fortwährend circuliren (Fig. 76).

Wird die Klappe *k* im Luftzuführungscanal der Heizkammer geöffnet, die Klappe *b* so gestellt, dass die Communication zwischen Zimmerluft und Ventilationscanal hergestellt ist, und bleibt die Klappe *c* zu, so tritt frische Luft durch die Heizkammer ein, erwärmt sich, tritt durch den Canal *a* in's Zimmer und geht, nachdem sie hier verbraucht ist, durch den Ventilationscanal ab (Fig. 77).

Im Sommer ventilirt man in der Art, dass man die frische Luft durch *k* in die nunmehr kalte Heizkammer und aus dieser durch *a* in's Zimmer eintreten und durch die Oeffnungen *c* und *b*, wobei letztere Klappe die in Fig. 78 angedeutete Stellung hat, nach ihrer Ausnützung in den Ventilationsschlauch abgehen lässt.

Fig. 76.

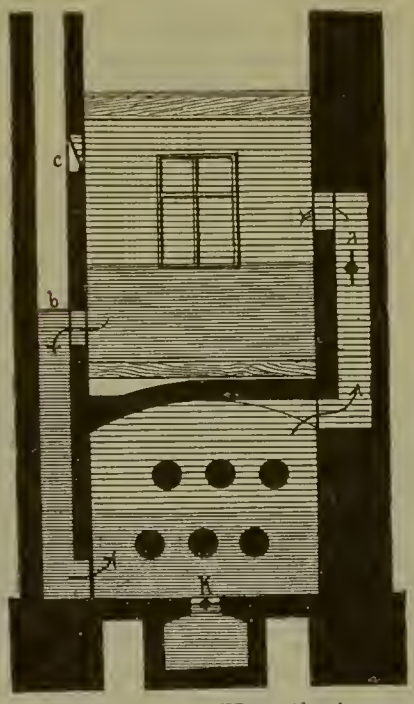
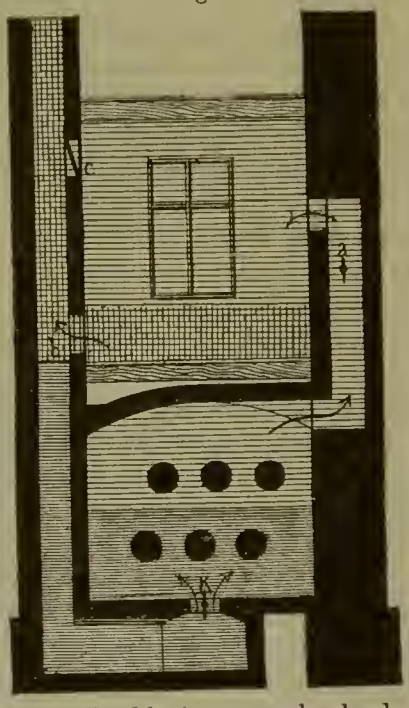


Fig. 77.



Man kann den Ventilationseffect der Luftheizung sehr bedeutend steigern und Unregelmässigkeiten durch Windpressungen vorbeugen, wenn man das Abzugsrohr durch eine Feuerung stets warm erhält. Die Art der Anlage dieser Feuerung ist aus Fig. 78 und 79 ersichtlich. Bei der Winterventilation (Fig. 79), wird der Calorifer geheizt, die Klappe *c* ist zu, *b* offen, *k* offen. Im Sommer wird selbstverständlich nicht geheizt und da hiebei die Erwärmung durch das Rauchrohr entfällt, so steht dann die Anfeuerung *V* im Betriebe. Dabei ist *c* offen, *b* zu, *k* offen (Fig. 78).

Aus den obigen Erörterungen wird ersichtlich, dass die Luftheizung, deren wesentlicher Vorzug nebst dem bedeutsamen ventilatorischen Effecte Billigkeit und Einfachheit der Anlage und des Betriebes ist, auch mancherlei Schattenseiten aufweist. Insbesondere wird der Luftheizung vorgeworfen, dass sie häufig eine verunreinigte Luft zuführe, dass die zugeführte Luft meist sehr

trocken sei, dass die Wärme im Zimmer sehr ungleichmässig vertheilt werde, und dass die Leitung der warmen Luft in mehrere entfernt von einander gelegene Zimmer sehr viel Schwierigkeiten bereite, da man die erwärmte Luft nicht weiter als höchstens 13 bis 14 Meter in horizontaler Richtung leiten könne.

Es muss bemerkt werden, dass diese Bedenken nur dann berechtigt erscheinen, wenn die Anlage eine unvollkommene ist. Soll die Einrichtung sich bewähren, so muss die zu erwärmende und in die Zimmer einzuführende Luft einer reinen Quelle entnommen und durch Siebe von Staub gereinigt werden; damit sie durch den Heizprocess keine neue Verunreinigung, etwa durch Rauch oder durch

Fig. 78.

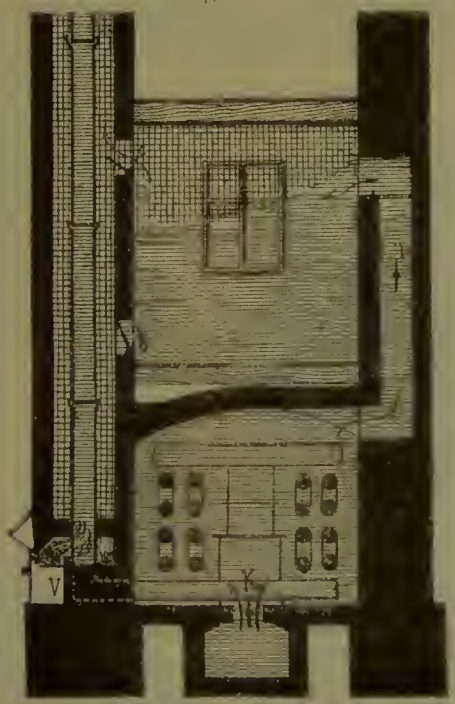
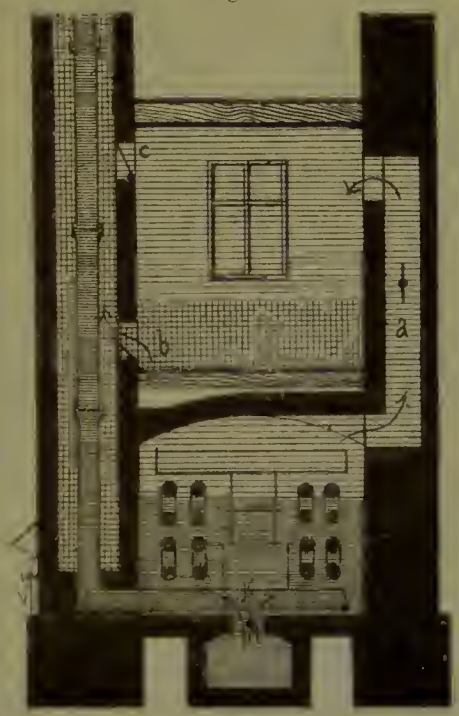


Fig. 79.



Kalte Luft. Verbrauchte Luft. Warme Luft.

Brenzproducte erfahre, muss der Ofen der Heizkammer in allen seinen Theilen dicht hergestellt und vor Glühendwerden seiner Flächen durch Thonausfütterung u. s. w. bewahrt sein; um die thatsächlich oft bedeutende Luftaustrocknung und die bei Unvorsichtigkeiten im Heizbetrieb mögliche Ueberhitzung der Luft zu vermindern, kann man die Luft über Wasser streichen lassen, den Schwierigkeiten, welche bei der Zuleitung von Warmluft nach weit entfernten Zimmern sich einstellen, kann man durch Anlegung mehrerer Heizkammern begegnen und für eine gleichmässige Erwärmung der Luft im Zimmer durch richtige Wahl der Höhen, Querschnitte der Canäle und ihrer Mündungen sorgen.

Es ist bereits früher darauf aufmerksam gemacht worden, dass die sogenannte „Austrocknung der Luft" nicht nur bei der Luft-

heizung, sondern überhaupt bei jeder Beheizungsart sich geltend macht.

Bei der Luftheizung spricht allerdings noch ein anderer Umstand mit, welcher die geringe relative Feuchtigkeit mehr empfinden lässt, als bei anderen Heizungen; das ist der rasche Luftwechsel, und die Luftbewegung, hervorgerufen durch die Ventilation.

In bewegter Luft trocknen feuchte Körper schneller als in ruhiger; auch unsere Athmungsorgane müssen daher in der Luft einer Luftheizung, mit der eine sehr kräftige Ventilation verbunden ist, schneller und mehr ihre Feuchtigkeit abgeben, als bei anderer Heizung, wodurch das Gefühl der Trockenheit sich einstellt.

Soll bei der Luftheizung eine Luft von genügend relativer Feuchtigkeit gefördert werden, so ist fast immer eine künstliche Befeuchtung nöthig. Für Luftheizungen benützt man zu diesem Zweeke theils die sogenannten Luftbefeuchtungs-Rädchen, theils Apparate, in denen flache Wassergefässe stehen, über welche die Heizluft streicht.

Fig. 80.

Fig. 81.

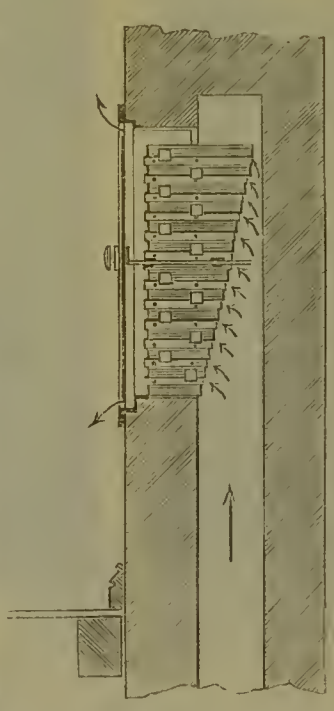
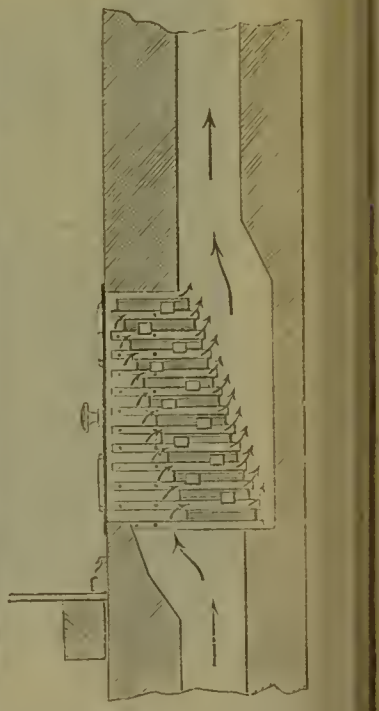


Fig. 82.



Das Luftbefeuchtungs-Rädchen ist nach Art einer Windmühle construirt (Fig. 80), wird durch den Luftstrom in Rotation versetzt und zerstäubt durch Eintauchen der Flügelspitzen in ein Gefäss das darin befindliche Wasser.

Eine andere Einrichtung zeigt der Apparat von Fischer und Stiehl (Fig. 81 und 82). Er besteht aus einer Anzahl flacher Schalen, welche man im Wärmeluftcanal so anbringt, dass die Luft über die Wasserflächen streichen muss. Die Schalen sind mit Ueberlaufröhren versehen, so dass man nur in die oberste Schale so lange Wasser zu giessen braucht, bis die unteren Schalen eine nach der andern sich gefüllt haben. Ist die Höhenlage der Einmündungsstelle des Heizcanales so, dass man die Füllung der einzelnen Wassergefässe leicht controliren kann, so wird die Con-

struction, wie sie Fig. 81 zeigt, angewendet, soll dagegen die Ausströmungsöffnung für die Ventilationsluft an der Decke liegen, so wählt man die Construction Fig. 82.

Die Luftbefeuchtung sollte stets nur an der Hand hygrometrischer Beobachtungen vorgenommen werden. Um dies zu erleichtern, hat man Apparate construirt, bei denen ein Hygrometer mit einer elektrischen Leitung in Verbindung steht und den Zutritt von Wasserdampf oder zerstäubten Wassertropfen zur Ventilationsluft so regelt, dass man stets eine beliebige relative Feuchtigkeit im Zimmer erhalten kann.

Dampfheizung.

Eine solche Anlage besteht aus einem Kessel mit der nöthigen Feuerung, in welchem Wasser verdampft wird, aus den Vertheilungsröhren, welche den Dampf je nach Bedürfniss in die verschiedenen Stockwerke und Zimmer führen, aus den Condensations-Gefässen, in welchen sich der Dampf wieder zu Wasser verdichtet und dabei seine frei gewordene Wärme an die Gefässwände abgibt, endlich aus den Abflussröhren für das aus dem Dampf verdichtete Wasser.

Es ist nicht gerade nöthig, dass der Dampfkessel im Keller oder im Erdgeschoss des zu heizenden Gebäudes selbst stehe, sondern der Dampf kann auch anderen, in der Nähe befindlichen Dampfkesseln entnommen werden, weshalb diese Art von Heizung vielfach bei gewerblichen Anlagen Verwendung findet.

Die Dampfheizung ist vom ökonomischen Standpunkte nur dort als Heizanlage zu empfehlen, wo überflüssiger Dampf verwendet werden kann. Für Spitäler, öffentliche Versammlungsorte eignet sie sich nicht, weil die geringste Nachlässigkeit bei der Bedienung des Apparates leicht Störungen in der Circulation zur Folge hat. Auch werden einzelne Bestandtheile dieser Anlagen oft schadhaft und verlangen dann sehr umständliche Reparaturen, welche den Betrieb mehrere Tage lang unterbrechen können; weiter erkalten die Röhren, welche das Zimmer zu erwärmen haben, sehr rasch, sobald die Feuerung aufgehört hat. Auch ist ein störendes Geräusch in den Röhren, besonders beim Anlassen und Abkühlen der Heizung, nicht leicht zu vermeiden. Namentlich verursachen ältere Einrichtungen bei ihrem Betriebe ein starkes Knallen und Klatschen, verbunden mit dem Rauschen des strömenden Dampfes, was besonders beim Anlassen und Abkühlen der Heizung hörbar wird. Es hängen diese Geräusche mit dem störenden Einflusse des Condensationswassers zusammen, wenn z. B. dieses Wasser entgegengesetzt der Richtung des Dampfstromes fliessen muss. Das rasche Sinken der Temperatur lässt sich dadurch vermeiden, dass man das Dampfrohr in mit Wasser gefüllten Metallcylindern circuliren lässt, damit der Dampf die Wärme an das sie langsam abgebende Wasser überträgt und diese so länger im Zimmer anhält. Versieht man das Wassergefäss mit einem Mantel, so wird die Wärmeausstrahlung des Metallcylinders noch mehr gehemmt und man kann in den Raum

zwischen dem Mantel und dem wassergefüllten Metallcylinder einen Canal münden lassen, der frische Luft von aussen zuleitet, und auf diese Weise zugleich ventiliren (Dampfwasserheizung).

Die Dampfheizung hat den grossen Vorzug, dass die Wärme ohne nennenswerthen Verlust auf bedeutende Entfernungen übertragen werden kann. In der Stadt Lockport im Staate New-York ist eine grossartige Dampfheizung zur Durchführung gekommen, mittelst welcher die ganze Stadt durch eine einzige centrale Dampfheizung mit genügender Zimmerwärme billig versorgt wird.

Wasserheizungen.

In ähnlicher Weise, wie man bei der Luftheizung die in einem besonderen Raume, der Heizkammer, erwärmte Luft in die zu beheizenden Gemächer bringt und dadurch die letzteren erwärmt, ebenso kann man jene Wärme, welche beim Erhitzen das Wasser aufnimmt, durch Leitung dieses Wassers in bestimmte Räumlichkeiten übertragen.

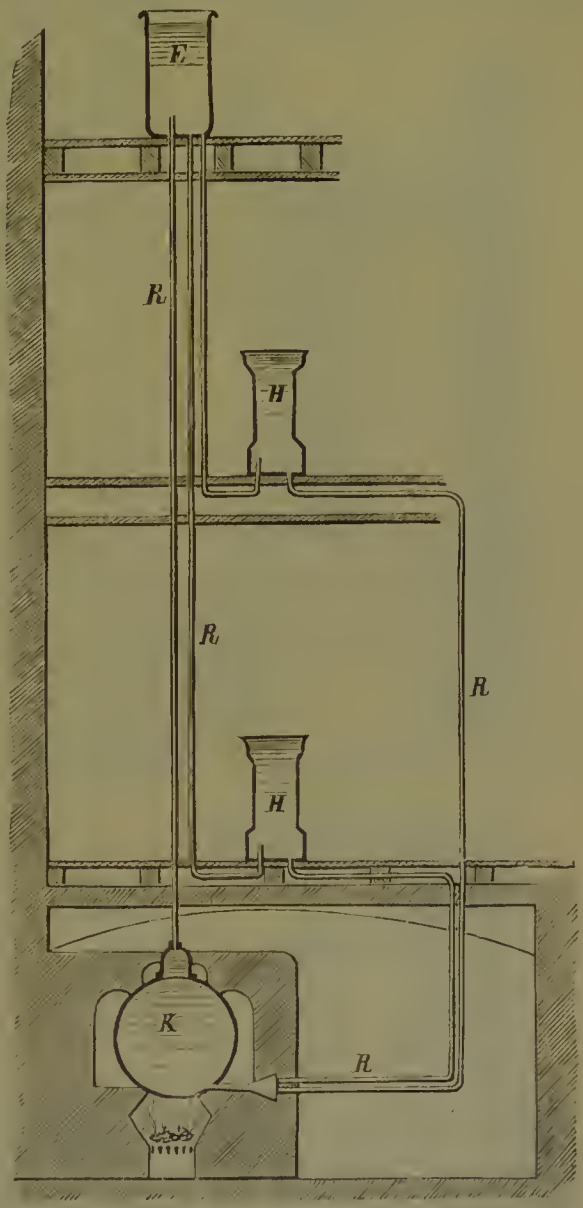
Da die specifische Wärme oder die Wärmecapacität des Wassers für gleiche Gewichtsmengen in runder Zahl fünfmal so gross ist als die der Luft, so kann das Wasser fünfmal so viel Wärme aufnehmen als die gleiche Gewichtsmenge Luft, wenn es denselben Temperaturgrad aufweist wie diese; Wasser kann daher aus einer Centralheizung schon in einem sehr geringen Volumen weit grössere Wärmemengen in die einzelnen Räume eines Gebäudes transportiren und dort wieder abgeben als die Luft. Auch gibt das Wasser durch leitende oder strahlende Körper, etwa durch eiserne Röhrenwandungen, seine Wärme nur sehr langsam und allmälig an die umgebende Luft ab, wodurch die Beheizung der Räume zu einer sehr gleichmässigen und andauernden sich gestaltet. Man unterscheidet Warmwasser- und Heisswasserheizungen.

Das Princip beider Wasserheizungssysteme beruht darauf, dass Wasser, welches ein in sich zurückkehrendes Röhrensystem ausfüllt, in die Höhe gehoben wird, wenn es unten in einem Kessel erwärmt wird. Das warme Wasser wird nämlich in Folge seines geringeren specifischen Gewichtes in dem System einen Auftrieb erfahren, es wird durch das kältere emporgehoben und auf letzterem zu schwimmen suchen. Es gelangt also zu dem höchsten Punkte der Leitung, wird dort durch das immerwährend nachströmende Wasser weiter gedrängt, kühlt sich auf dem langen Wege in Folge der Wärmeabgabe an die Rohrleitung und umgebende Luft ab und kehrt, in seiner Temperatur erniedrigt, wieder nach dem Kessel zurück, um von hier aus den Kreislauf von Neuem zu beginnen.

Die wesentlichsten Elemente der Warmwasserheizung sind (Fig. 83) ein Feuerherd im Souterrain; ein durch denselben erwärmter Wasserkessel K; eine von dem Dom des Kessels bis unter das Dach aufsteigende Metallröhre R, die hier in ein grösseres, offenes Expansionsgefäss E gelangt; eine Anzahl von Füllröhren,

welche von dem Reservoir in die einzelnen Etagen führen; horizontale Abzweigungen derselben in den zu beheizenden Räumen; Vergrösserung der strahlenden und wärmeabgebenden Flächen dieser Abzweigungen durch Windungen der Röhren oder durch Heizkörper *H;* und Sammlung aller Fallröhren zu einer gemeinschaftlichen, wieder in den Wasserkessel führenden Röhre.

Fig. 83.



Das Wasser wird bei der Warmwasserheizung nur mässig erhitzt, etwa bis zu 80°, nie bis zum Siedepunkt; die Leitungsröhren sind von Guss- oder Schmiedeisen und haben je nach der Grösse des Systems verschiedene Durchmesser und meist einen quadratischen Querschnitt. Ganz unbrauchbar würde sich die Anordnung erweisen, wollte man das Wasser, welches bereits einen Ofen durchflossen hat, noch durch einen anderen Ofen leiten, denn es hat dasselbe in dem ersteren so viel Wärme abgegeben, dass seine Temperatur unzureichend für eine fernere Erwärmung ist*).

Die Heizkörper sind meistens cylindrische Oefen von 40 bis 60 Centimeter Durchmesser, aus verzinntem Eisenblech. Zwischen Boden und Decke dieser Oefen sind 6 bis 12 Stück Röhren aus verzinntem Eisenblech von circa 8 bis 10 Centimeter lichtem Querschnitt eingeschaltet, durch welche die Luft von unten eintritt, sich innerhalb derselben erwärmt und oben aus dem Ofen hinaus in's Zimmer strömt.

Man kann daher mit dem Ofen sehr leicht eine Ventilation verbinden, wenn man ihn auf einen hohlen Fuss aufstellt und den Fuss mittelst einer Rohrleitung mit der Aussenluft communiciren lässt. Es wird alsdann im Ofen nur frische Aussenluft erwärmt, die dem Zimmer durch die Ofendecke zugeführt wird. Eine Drosselklappe in dem Luftzuführungsrohr ermöglicht eine Regu-

*) Ahrens, l. c. p. 57.

rung oder vollständige Abschliessung des frischen Luftstromes (Fig. 84 und 85).

Die Warmwasserheizung hat im Allgemeinen den Vortheil einer angenehmen, erquickenden, constanten, auch nach Schluss der Feuerung lange anhaltenden Wärme. Der Druck in den Röhren wird nie so gross, dass bei guter Construction ein Platzen zu besorgen wäre, auch werden die Röhren nie so heiss, dass sich daran angesetzter Staub versengen und dadurch die Luft verderben könnte. Die Betriebskosten sind mässig. Dagegen ist die Anlage sehr kostspielig.

Fig. 84.

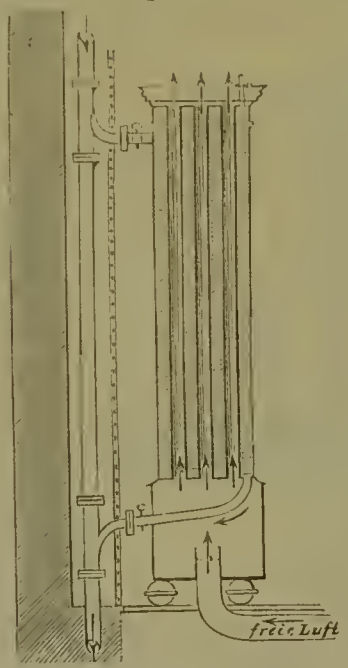
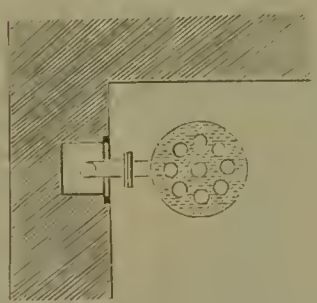


Fig. 85.



Die Heisswasserheizung oder auch Perkins-Heizung beruht auf demselben Princip wie die Warmwasserheizung, nur ist die Leitung auch im Expansionsgefäss gegen aussen verschlossen, jedoch mit einer Ventilvorrichtung zur Verhütung von bei allzu grossem Drucke etwa entstehenden Explosionen. Ferner wird das Wasser bis auf 170° erwärmt, und zwar nicht in einem Kessel, sondern in dem spiralförmig gebogenen, etwa ein Sechstel der ganzen Leitungsröhren betragenden unteren Theil der Röhrenleitung selbst, welcher in einem Ofen direct vom Feuer erhitzt wird. Die Circulationsröhren sind von Schmiedeisen und müssen einen Druck von 200 Atmosphären aushalten.

Bei der Heisswasserheizung kommen in der Regel keine eigentlichen Oefen in Anwendung; für eine ausreichende Erwärmung der zu beheizenden Räume genügt es, die Heizröhren in spiralförmigen Windungen in den zu erwärmenden Räumen verlaufen zu lassen (Fig. 86).

Die Heizröhren sind während des Heizbetriebes so heiss, dass sie die sie anfassende Hand verbrennen. Es ist desshalb der Vorsicht wegen nöthig, die Heizröhren durch Gitter oder durchbrochene Ummantelung so zu bergen, dass eine Berührung derselben nicht möglich ist.

Die Vortheile des Systems sind, dass es verhältnissmässig wenig Wasser braucht, weil dasselbe in Folge der hohen Erhitzung sehr viel Wärme in einer Gewichtseinheit aufgespeichert enthält, dass eine rasche Anheizung möglich ist, und dass die Anlagekosten im Vergleich zur Warmwasserheizung wesentlich billiger sind.

Nachtheile der Heisswasserheizung sind: Möglichkeit heftiger, zerstörender Explosionen, rasche Abkühlung nach dem Aufhören der Heizung, grosse Wärmestrahlung in der Nähe der Heizröhren, Versengen von Staubtheilchen an den sehr heissen Röhren.

Explosionen entstehen meist, wenn bei strenger Kälte das Wasser in einzelnen Röhrentheilen einfriert und man mit der Heizung beginnt, ohne zuvor durch gelinde Feuerung die zugefrorenen Stellen eisfrei gemacht zu haben. Die Gefahr der Explosion tritt ferner ein, wenn zu wenig Wasser im System ist und wenn alsdann Luft durch den Rücklauf des Wassers bis in die Ofenspirale mitgerissen wird. Es kann dann leicht ein Erglühen des Eisenrohres an der Stelle, wo sich die Luft festgesetzt hat, eintreten, wodurch bei nachheriger Berührung mit dem Wasser eine erheblich grössere Spannung in letzterem entsteht, welcher die Wandstärke des Eisens nicht mehr gewachsen ist. Ein zeitweiliges Nachfüllen von Wasser in's Expansionsgefäss ist deshalb sehr nothwendig, da trotz des ganz verschlossenen Rohrsystems ein Verdunsten doch nicht zu vermeiden ist.

Fig. 86.

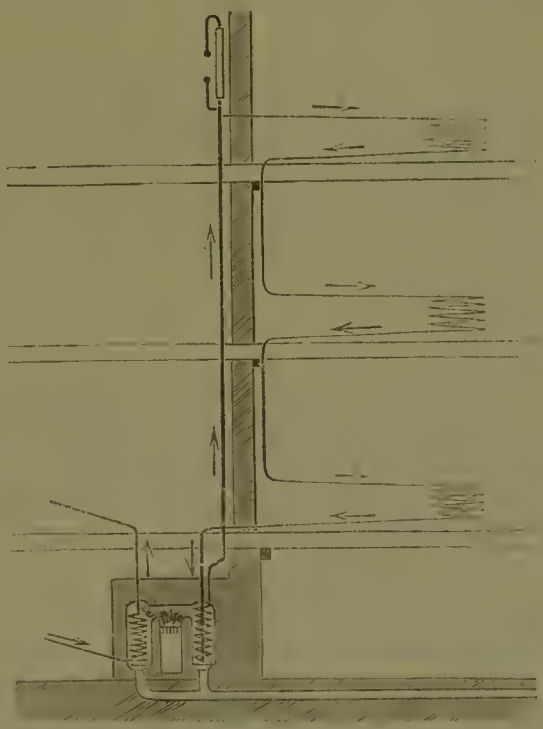
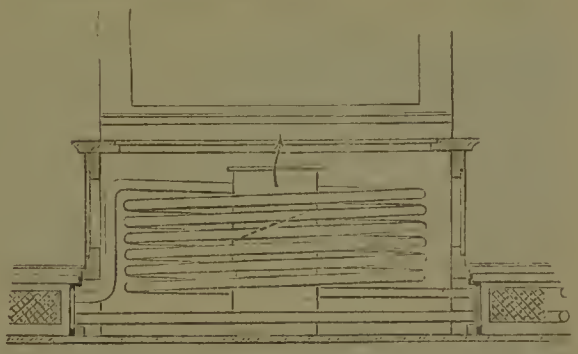


Fig. 87.



Eine Luftzuführung zum Zwecke einer Ventilation lässt sich mit der Heisswasserheizung ebenfalls combiniren. Man bringt innerhalb der Zimmerspiralen ein rundes oder ovales Blechrohr an, das man mit einer Drosselklappe versieht und mit der Aussenluft in Verbindung setzt. Die frische Luft wird dann durch die Heizspirale erwärmt und tritt so in's Zimmer (Fig. 87).

Viertes Capitel.

Abkühlung.

Während wir Mittel genug besitzen, um bei äusserer Kälte unsere Wohnräume warm zu halten, ist die Zahl der Behelfe, durch

welche wir an heissen Sommertagen unsere Aufenthaltsräume entsprechend abkühlen können, eine kleine.

Den meisten Erfolg in Erniedrigung der Temperatur erzielen noch gewisse Einrichtungen, welche man gleichzeitig mit vorhandenen Ventilationsapparaten in Thätigkeit bringt.

So pflegt man für die Sommerventilation die Luft, ehe sie in die zu ventilirenden Räume geleitet wird, im Keller besonders abzukühlen. Meist aber muss man zu complicirteren Mitteln greifen.

Man benützt zunächst den physikalischen Grundsatz, dass Wärme gebunden wird, wenn ein Körper aus dem flüssigen in den luftförmigen Aggregatszustand übergeht und lässt daher den Luftstrom zum Zwecke der Abkühlung durch einen Wasserschleier streichen. Es wird hiebei das Wasser in Form eines feinen Strahles oder völlig zerstäubt mit der in die Localitäten zuzuleitenden Luft in möglichst innige Berührung gebracht. Dieses Verfahren hat aber das Missliche, dass hiedurch die Luft einen sehr hohen relativen Feuchtigkeitsgrad annimmt.

Es ist deshalb weit vortheilhafter, die Wasserkälte auf dünnwandige Eisenrohrapparate zu übertragen, die lang gestreckt in den Ventilationscanälen liegen und von dem Luftstrom bespült werden. Eis und künstliche Kältemischungen geben noch bessere Resultate, sind aber theurer.

Sehr wirksam, aber ebenfalls kostspielig ist die Abkühlung mit Hilfe der Windhausen'schen Kälte-Erzeugungsmaschine, die in neuerer Zeit häufig bei der Ventilation von Schiffen in tropischen Gewässern angewendet worden ist. Mit dieser Maschine comprimirt man in besonderen Cylindern die Luft, welche sich in Folge dessen sehr stark erhitzt, nimmt alsdann mit Wasser eine Abkühlung derselben bis ungefähr $+20^0$ C. vor und hebt, wenn dies erreicht ist, die Luftcompression auf. In Folge der Ausdehnung tritt die umgekehrte Erscheinung ein, wie bei der Compression: die Luft kühlt sich ab und ist alsdann mit der Aussenluft in dem Verhältniss zu mischen, dass die gewünschte Temperatur erzielt wird. Auf diese Weise hat man bei grosser Hitze die Luft bis auf -40^0 C. abgekühlt und dann mit der Aussenluft gemischt*).

Bäder.

Zu den Mitteln, durch welche die Gefahren excessiver Temperaturen wenigstens indirect abgeschwächt werden können, muss auch die rationelle Pflege der Haut gezählt werden.

Es ist bereits erörtert worden, dass die Haut das wichtigste Organ für die Regulirung der Körperwärme unter verschiedenen äusseren Verhältnissen ist. Es wäre demnach Unrecht, wollte man alle Aufmerksamkeit nur der wärmespendenden Wohnung, Heizung, Kleidung zuwenden, die Pflege der Haut aber darüber vernach-

*) Ahrens, Ventilation bewohnter Räume. Leipzig 1880.

lässigen. Nur bei sorgsamer Hautpflege kann die Haut ihre wichtigen, physiologischen Aufgaben erfüllen.

Den Stoffen, die von den Schweissdrüsen ausgeschieden werden und die, ausser den flüchtigen Substanzen, aus Salzen und Fetten bestehen, mischen sich fortwährend Staubtheilchen bei, und bilden im Verein mit den ersteren einen Niederschlag auf der Haut, der, wenn er bliebe, sehr bald eine förmliche Kruste bilden und dann die wärmeregulirende Thätigkeit der Haut vollständig hindern würde.

Wir entfernen diese Stoffe zunächst durch häufigen Wechsel unserer Leibwäsche. Die Wäsche nimmt fortwährend einen Theil der flüssigen und gasförmigen Hautausscheidungen auf und wird bald so damit durchtränkt, dass sie einen sehr unangenehmen Geruch verbreitet. Indem wir die Wäsche wechseln, entfernen wir mit den sich fortwährend abschuppenden Oberhautzellen viel Schmutz aus der unmittelbaren Nähe unseres Körpers und tragen wesentlich zur Reinlichkeit und zur Widerstandsfähigkeit unseres Körpers gegen schädliche Temperatureinflüsse bei.

Ein weiteres wichtiges Mittel zur Reinhaltung der Haut ist das warme Bad, dessen Wirkung durch Zusatz von Seife noch verstärkt werden kann. Ausser der Reinigung wirkt ein warmes Bad noch insofern wohlthätig, als es das Blut in vermehrtem Maasse nach der Haut strömen lässt, die inneren Organe entlastet und eine gleichmässige Blutvertheilung begünstigt. Nach anstrengender Arbeit oder weiten Märschen ist ein warmes Bad im Stande, das Gefühl der Ermüdung sofort zu bannen und neue Lebenslust zu wecken.

Um sich gegen die Einwirkung der Witterung zu stählen, sich frisch und kräftig zu erhalten, gibt es kein mächtigeres Mittel als den regelmässigen Gebrauch des kalten Wassers, mag dieses als sogenannte kalte Waschung und Abreibung oder als kaltes Bad zur Anwendung kommen.

Ganz besonders nützlich erweisen sich kalte Bäder im Freien, in Bächen, Teichen und Flüssen. Hier vereint sich der Aufenthalt in frischer Luft, die kräftige Bewegung des Stromes, die Abkühlung durch das rasch wärmeleitende Wasser, um das Bad zu einem wichtigen, gesundheitsbefördernden Mittel zu machen.

Die Eröffnung von Volksbädern, wo unentgeltlich gebadet werden kann, die Anweisung von Badeplätzen für die Jugend, sind Forderungen, denen sich kein Gemeinwesen entziehen sollte.

Ebenso nöthig erscheint die Errichtung öffentlicher Badeanstalten, in denen auch der armen Bevölkerung die Wohlthat eines warmen Bades um einen sehr geringen Preis zugänglich ist.

Es könnte nach dieser Richtung weit mehr geschehen, als man bisher zu thun pflegte, denn die wenigsten Städte dürften sich rühmen können, Badeanstalten zu besitzen, die an Zahl, Lage und Einrichtung dem Bedürfnisse der Bevölkerung entsprechen. Es genügt durchaus nicht, die Errichtung öffentlicher Badeanstalten lediglich der Privatindustrie zu überlassen, diese wird immer nur theuere

Bäder verschaffen; die ärmere Bevölkerung muss aber vor Allem durch möglichst niedrige Preise zum Baden verlockt werden; die Indolenz, welche in Folge der Unkenntniss des Genusses und der erfrischenden Wirkung des Bades besteht, ist erst zu überwinden.

Die dem Volke zur Verfügung gestellten Badelocale müssen zahlreich und geräumig sein; eine ungenügende Vorsorge in dieser Beziehung nützt wenig und kann selbst Schaden bringen, da durch zu starke Benützung der Bäder, durch zu starken Andrang der Badenden die Reinlichkeit nicht sonderlich gefördert und die Uebertragung mannigfaltiger Krankheitsstoffe begünstigt wird.

Die Wassermenge, die man zu einem bequemen Wannenbade für Erwachsene braucht, wird durchschnittlich mit 300 Liter angenommen. Beim Baden in Bassins rechnet man für jeden Erwachsenen mindestens 1 Quadratmeter Flächenraum.

Eine ganz besonders schwierige Aufgabe ist es, Badezellen für warme Bäder trocken und geruchfrei zu halten; der Wasserdampf schlägt sich an den Wänden nieder; von diesen fällt etwa vorhandener Kalkmörtelverputz leicht ab, Holzwerk fault und wird riechend. Starke Ventilation ausserhalb der Badezeit, Cementirung der Wände, Pflasterung des Bodens mit wasserundurchlässigem Material sind die Vorbauungsmittel in dieser Beziehung.

Stets sollten Badeanstalten unter die Aufsicht der Organe der öffentlichen Sanitätspflege gestellt und von diesen jährlich öfters untersucht werden.

Weiter sollte darauf geachtet werden, dass die Badeanstalten nicht zu entfernt von jenen Stadttheilen sind, welche vorwiegend von der ärmeren Classe der Bevölkerung bewohnt werden, da sehr entfernt gelegene Badeanstalten wenigstens an Werktagen von den handarbeitenden Classen nicht benutzt werden können. Auch muss bei der Wahl der Gewässer, welche zu Badezwecken dienen sollen, auf die Reinheit des Wassers gehörig Bedacht genommen und jede Verunreinigung durch schmutzige oder schädliche Abgänge der Consumtion und Production ferngehalten werden.

Es versteht sich von selbst, dass für Bäder im Freien Sicherheitsmaassregeln gegen etwaige Unglücksfälle getroffen sein müssen. Gleiche Vorsicht ist auch für die Bäder in besonderen Gemächern, für Wannenbäder, nöthig. Es muss dafür vorgesorgt sein, dass einem Badenden, wenn er plötzlich erkrankt, sofort Hilfe gebracht werde (Klingelzüge).

Fünftes Capitel.

Licht.

Hygienische Bedeutung des Sonnenlichtes.

Der Wärme auf's innigste, wahrscheinlich durch die Identität des Grundprocesses, verbunden ist das Licht, welches, wenn auch in der unmittelbaren Beeinflussung des thierischen und pflanzlichen

Lebens weniger kenntlich, doch unzweifelhaft schon deshalb eine hohe hygienische Rolle spielt, weil es ein hauptsächlicher Erreger vieler chemischer Processe und des Lebens selbst ist.

Unter dem Einflusse von Sonnenlicht wird der Sauerstoff der Atmosphäre ozonisirt, durch Sonnenlicht wird ein Gemisch von Chlor- und Wasserstoff zu salzsaurem Gas umgewandelt. Bei völligem Lichtmangel entwickeln sich nur die untersten Anfänge des Pflanzenlebens, die höhere Entwicklung der Pflanze hat aber viel Licht nöthig. Das Sonnenlicht bewirkt, dass die grünen Pflanzentheile, besonders die Blätter Kohlensäure aufnehmen, dieselbe zersetzen, den Kohlenstoff der Pflanze zuführen und den Sauerstoff ausathmen. Unter dem Einflusse der Dunkelheit kehren sich aber diese Verhältnisse um; Nachts athmen die Pflanzen Sauerstoff ein.

Wenn auch beim Menschen und beim Thiere nicht wie bei der Pflanze eine völlige Umkehrung der Lebensvorgänge beim Wechsel von Licht und Finsterniss eintritt, so ist doch deutlich der Einfluss des Lichtes auf den Stoffwechsel, auf die Nerven und auf das Seelenleben des Menschen und Thieres erkennbar.

Bei Dunkelheit kommen Froschlarven nicht zur Entwicklung; der Aufenthalt im dunklen Raume macht Mensch und Thier apathisch, träg; während der Nacht sinkt die Kohlensäure-Ausscheidung aus Haut und Lunge ganz auffällig.

Von überaus grossem und Jedermann bekanntem Einfluss ist das Licht auf die Gemüthsstimmung und das Nervenleben. Lichte, sonnige Tage wirken auf uns erheiternd, auf unsere Geistesthätigkeit anregend. Der Eindruck, welchen der Anblick der Natur in uns zurücklässt, sagt Humboldt, wird minder durch die Eigenthümlichkeit der Gegend, als durch die Beleuchtung bestimmt, unter der Berg und Thal bald in ätherischer Himmelsbläue, bald im Schatten tief schwebenden Gewölkes erscheint.

Ganz besonders empfindlich reagirt der kindliche Organismus gegen das Licht. Von einzelnen Seiten wird behauptet, dass bei ungenügendem Sonnenlicht Kinder im Wachsthum zurückbleiben.

Unzweifelhaft lehrt also die Erfahrung, dass genügender Lichtzutritt von dem wohlthätigsten Einfluss für das Gedeihen und die Gesundheit eines jeden Menschen ist. Bekannt ist auch, dass in dunklen Räumen der charakteristische üble Geruch der verathmeten Luft und faulender Stoffe sich lange erhält, während Zutritt von Sonnenlicht seine Zerstörung durch Oxydation zu fördern scheint.

Die öffentliche Gesundheitspflege in ihrer Fürsorge für genügendes Licht.

In Würdigung des grossen gesundheitlichen Einflusses des Sonnen- und Tageslichtes muss vom hygienischen Standpunkt gefordert werden, dass das Tageslicht in genügender und wohlthuender Weise in alle jene Räumlichkeiten zutrete, die zum Aufenthalt des Menschen dienen. Nicht immer werden die Wohnungen diesen For-

derungen entsprechend hergestellt. Bauliche Verstösse aller Art und mangelhafte bausanitätspolizeiliche Controle lassen nur allzuhäufig dunkle, ungesunde Wohnungen entstehen.

Der Bau hoher Häuser in schmalen Gassen, die Lage der Fenster nach Norden oder gegen sogenannte Lichthöfe, unzweckmässige Placirung der Fenster, die Behinderung des Lichtstromes durch Objecte, die aussen oder innen vom Fenster stehen, zu kleine Fensterflächen u. s. w. wirken gar zu häufig hemmend auf den Lichtzutritt.

Unter Umständen kann auch ein genügender Lichtzutritt sich schädlich erweisen. So wird das Sonnenlicht blendend durch blinkende Flächen, weisse Wände, welche die Sonne innerhalb oder ausserhalb des Zimmers stark erleuchtet, durch einseitige Beleuchtung, z. B. durch Einfallen des Lichtes blos von vorn u. s. w.

Auch der Anstrich der Wände und Decke ist von Einfluss auf die Beleuchtung. Rein weisser Anstrich blendet. Dunkle Farben absorbiren mehr, helle weniger von dem Licht, das sie empfangen. Man empfiehlt deshalb für Schulen, welche grosse Lichtmengen brauchen, einen hellen, grüngrauen oder graugelben Wandanstrich. Für Krankensäle hält man einen theegrünen Anstrich für sehr zweckmässig.

Auch gefärbte Flächen wirken, wenn sie glänzen, spiegeln oder glatt lackirt sind, gleichfalls blendend.

Da die meisten Menschen auf Miethwohnungen angewiesen sind, erscheint es nothwendig, dass die öffentliche Verwaltung in ihrer baupolizeilichen Thätigkeit durch entsprechende Vorschriften und durch Controle der Wohnungen dafür wirke, dass alle Wohnungen mit Tageslicht genügend versorgt sind.

Meist begnügt man sich in dieser Beziehung damit, bestimmte Zahlen zu formuliren, welche die zulässige Minimalgrenze der Fensterflächen fixiren. Solche Bestimmungen erweisen sich als unzureichend, da die Helligkeit eines Raumes nicht nur von der Zahl und Grösse der Fenster, sondern auch von der Form des Raumes, von der Tiefe des Zimmers und von vielen anderen Factoren abhängt, die fallweise zu beurtheilen sind. Es muss deshalb auch betreffs des Lichtes der Wohnungen sachverständigen Organen überlassen bleiben, nach den Verhältnissen des concreten Falles Anordnungen zu treffen.

Nur in einzelnen öffentlichen Gebäuden, namentlich in Schulen kann es zweckmässig sein, mit bestimmt präcisirten Forderungen aufzutreten. In Schulen, überhaupt in allen Räumen, deren Inwohner mit kleinen Sehobjecten zu thun haben, muss der Grundsatz zur Ausführung kommen, dass auch die von den Fenstern am weitesten entfernten Personen noch für ihre Beschäftigung genügendes Licht haben, auch wenn dies nicht mit der vollen Intensität eines hellen Tages einfällt. Wenn nicht eine ungewöhnlich grosse Tiefe der Zimmer in Betracht kommt, so kann man annehmen, dass bei freier Lage eines Hauses eine genügende Helligkeit der Räume erzielt

wird, wenn die Gesammtfläche der lichten Fensteröffnungen ein Sechstel der Fussbodenfläche beträgt, wenn weiter die Fensterhöhe möglichst nahe an die Zimmerdecke reicht und die Fensterpfeiler nach innen entsprechend eingeschrägt sind. Je mehr Nachbargebäude die Helligkeit beschränken, um so grösser muss selbstverständlich die Gesammtfläche der lichten Fensteröffnungen gefordert werden. Cohn verlangt beim Schulzimmer 300 Quadratzoll Glasfläche für jedes Kind.

Künstliche Beleuchtung.

Der heutige Culturmensch kann des Lichtes auch dann nicht entbehren, wenn die natürlichen Vorgänge Finsterniss schaffen. Er muss in Räumen arbeiten, wohin kein Tageslicht dringt, und zu Zeiten, in denen des Himmels Gestirne nicht leuchten; er schafft deshalb künstliches Licht.

Die Hygiene interessirt sich für die künstliche Beleuchtung aus mancherlei Gründen. Von besonderer Wichtigkeit ist die Kenntniss der physiologischen Wirkung des künstlichen Lichtes.

Im Allgemeinen muss bemerkt werden, dass jede Art künstlicher Beleuchtung das Auge erheblich mehr reizt und ermüdet, als Tageslicht. Dieser Umstand mag zum Theil darin begründet sein, dass das künstliche Licht, nicht wie das Sonnenlicht rein weiss ist, sondern je nachdem in ihm mehr die rothen oder mehr die gelben Strahlen vorwiegen, einen mehr oder weniger orangegelben Farbenton aufweist. Dem Sonnenlicht bezüglich der Farbe am nächsten steht das elektrische Licht. Sehr weiss ist auch das Licht gut construirter Rüböllampen. Bei den gewöhnlichen Kerzen und auch bei der Gasbeleuchtung sind dagegen im Licht die rothen und gelben Strahlen im Ueberschuss, weshalb solches Licht gelb aussieht.

Die künstlichen Leuchtstoffe haben ferner den Uebelstand gemein, dass die Lichtstrahlung immer mit Wärmestrahlung vereinigt auftritt. Während bei dem Sonnenlicht etwa die Hälfte der ausgesandten Wärmestrahlen zugleich leuchtende Strahlen sind, die nicht leuchtenden Wärmestrahlen aber auf ihrem Wege grösstentheils absorbirt werden, gelangt mit dem künstlichen Lichte viel freie Wärme aus nächster Nähe zum Auge. Es sind nämlich jedem künstlichen Lichte jene unsichtbaren Schwingungen beigesellt, welche in Form der strahlenden Wärme für das Auge darum höchst bedeutsam sind, weil sie von den brechenden Medien desselben absorbirt werden.

Die Menge dieser unsichtbaren, aber wegen ihrer Wärmestrahlung das Auge angreifenden Schwingungen wird beim Petroleumlicht auf 94%, beim Oel- und Gaslicht auf 90% und beim elektrischen Licht auf 80% geschätzt. Der belästigende Einfluss, der sich hiedurch bei künstlicher Beleuchtung ergibt, lässt sich beseitigen oder wenigstens abschwächen. Es ist nämlich das durchsichtigste Glas für einen grossen Theil der dunklen Wärmestrahlen undurchdringlich; Glas von 2 bis 3 Millimeter Dicke verschluckt etwa 40 bis 60% der

durchstrahlenden Wärme. Haben die Wärmestrahlen eine Glasfläche schon einmal durchdrungen, dann erleiden sie bei einem ferneren Durchgang durch ein zweites Glas nur geringe Verluste, sie werden dagegen fast ganz zurückgehalten, wenn der zweite Durchgang durch Alaun geschieht. Auch Glimmer entzieht ihnen fast alle wärmende Kraft. Hieraus ergibt sich die Bedeutung der Lampen-Cylinder aus Glas oder aus Glimmer.

Ferner kommt bei künstlichen Beleuchtungsmethoden in Betracht, dass das Licht häufig blendend wirkt. Das Sonnenlicht wird bei allseitiger Einstrahlung durch die atmosphärische Refraction und Reflexion so gleichmässig verbreitet, dass die Lichtdiffusion zur Tageshelle führt, welche auch im Schatten gut zu sehen erlaubt, und um so vieles milder ist als die directe Bestrahlung, dass fast jegliche Arbeit von dieser zu jener flieht. Keine künstliche Lichtquelle kann bei ihrer, in der indirecten Strahlenverbreitung unverhältnissmässig rasch abfallenden Schwäche eine solch' vortheilhafte Vertheilung der Helligkeit geben wie das Tageslicht, vielmehr treten schroffe Contraste von Licht und Schatten auf, welche dem im weiten Raume herumschauenden und dann zum engen Arbeitskreis zurückkehrenden Auge nicht wohlthätig sind. Zudem steht in der Regel die zur Einzelnbeschäftigung gewählte Lichtquelle der zu erhellenden Fläche zu nahe, ja wird wohl, um die von ihr gewählte Beleuchtung möglichst auszunützen, auf Kosten jeder Bequemlichkeit durch besondere Anordnung derselben im Bedürfnissfall ungebührlich genähert. Hiemit fällt aber die Mehrzahl der Strahlen zu schief auf, um von ihnen die Maximalleistung der optischen Intensität erwarten zu dürfen*).

Hieraus geht hervor, dass die Kunst richtiger Beleuchtung nicht nur in der Stärke, sondern auch in der richtigen Anordnung der Lichtquellen sich zeigt. Stets ist eine Beleuchtung von oben die angenehmste, weil der einfallende Lichtstrahl durch die Wimpern gebrochen und zerstreut wird. Es gelingt dabei zugleich am besten, Gegenstände mit ungleicher Oberfläche bald im directen, bald im reflectirten Lichte zur Anschauung zu erhalten. Um den Gegenstand der Arbeit hell zu haben und ihn nicht durch den eigenen Körper zu beschatten, muss man die Lichtquelle nach Zahl oder Intensität verstärken und die Beleuchtung ausgedehnter herstellen.

Das Interesse der Hygiene bezieht sich auch auf die verschiedenen, zur künstlichen Beleuchtung dienenden Leuchtstoffe, und zwar vorerst mit Rücksicht auf den Umstand, dass eine jede künstliche Lichtquelle zugleich eine Wärmequelle ist und durch ihre Verbrennungsprodnete die gasige Zusammensetzung der Atmosphäre des beleuchteten Raumes ändert, weiter mit Bezug auf die Lichtstärke.

Die besten Beleuchtungsstoffe, welche unter gewöhnlichen Verhältnissen mit hellleuchtender Flamme eine vollständige Verbrennung ihrer Bestandtheile zu Kohlensäure und Wasser erleiden, zeigen

*) Hoh, Physik in der Medicin. Stuttgart 1875, p. 415.

eine Zusammensetzung aus gleichen Aequivalenten Wasserstoff und Kohlenstoff oder aus 6 Gewichtstheilen Kohle auf 1 Gewichtstheil Wasserstoff. Diese Zusammensetzung zeigen: ölbildendes Gas (der Hauptbestandtheil des Leuchtgases), Paraffin, Wachs, Stearinsäure, Petroleum. Bei Leuchtstoffen, welche mehr Gewichtstheile Kohle enthalten, z. B. Pech, Terpentinöl, erfordert die Flamme eine Regulirung des Sauerstoffzutrittes, um keine unverbrannte Kohle als Russ entweichen zu lassen.

Wenn Leuchtmaterialien blos aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt sind und der Beleuchtungsapparat so eingerichtet ist, dass die Verbrennung der Leuchtmaterialien in der Flamme eine vollständige ist, so bestehen die bei der Beleuchtung sich ergebenden Gase vorwiegend nur aus Kohlensäure und Wasserdampf. Derart sind die Verhältnisse bei gut construirten Lampen, in denen reines Rüböl, Petroleum u. s. w. verbrannt wird.

Wenn aber, wegen mangelhafter Reinheit des Leuchtstoffes oder wegen ungenügenden Luftzutrittes zur Flamme, die Verbrennung unvollständig wird, so gehen übelriechende, auch das Athmen und die Augen belästigende Substanzen von jener Art, wie sie beim Glimmen eines nicht genügend ausgelöschten Dochtes einer Kerze oder Lampe Jedermann sich kundgeben, in den Raum über. Diese Produkte bestehen hauptsächlich aus Aceol, Fettsäuren, Kohlenwasserstoffen.

Bei der Verbrennung des Leuchtgases entstehen auch noch andere Producte, und zwar können sich durch Verbrennung der im Leuchtgas vorfindlichen Schwefel- und Stickstoffverbindungen auch kleine Mengen von schwefliger Säure, Salpetersäure und Cyanammon-Verbindungen bilden und in die Luft austreten. Doch ist die Menge dieser Stoffe in der Regel nicht gross genug, um merkliche Wirkungen auf den Menschen zu üben.

Die stündliche Kohlensäureproduction von verschiedenen Beleuchtungsstoffen, welche in der folgenden Tabelle zusammengestellt ist, ist auf Grund der Angaben von Schilling und Erismann auf eine gemeinsame Lichtstärke von 10 Normalkerzen gerechnet, welche annähernd der Stärke des Gaslichtes eines gewöhnlichen Flachbrenners entspricht.

Beleuchtungsart		Material-verbrauch	Entwickelte Kohlensäure
Apparat	Material		
Spaltbrenner	Petroleum	35·0 Liter	56 Liter
Rundbrenner	„	50·5 „	81 „
Moderateurlampe	Rüböl	56·0 „	78 „
Kerze	Stearin	100·8 „	113 „
Schnittbrenner	Leuchtgas	175·0 „	119 „
Flachbrenner	„	127·0 „	86 „

Es ergibt sich hieraus, dass die durch Beleuchtung in die Zimmerluft gelangende Menge von Kohlensäure nicht unbeträchtlich

und besonders bei Beleuchtung mit Gas sehr beachtenswerth ist. Wie aus der obigen Tabelle hervorgeht, entwickelt eine Gasflamme in der Zeiteinheit ungefähr so viel Kohlensäure, als 5 bis 6 erwachsene Menschen durch ihren Stoffwechsel. Bei Berechnung der nothwendigen Grösse der Lufterneuerung in einem Gebäude muss dieser Umstand beachtet werden.

Der Grad der Luftverschlechterung, welcher in Folge von Beleuchtung in Aufenthaltsräumen entsteht, lässt sich nicht aus der Menge der hiebei entstandenen Kohlensäure erschliessen. Die Bildung von Kohlensäure aus dem brennenden Leuchtmaterial geht nicht parallel mit der Entwicklung der erwähnten Producte unvollständiger Verbrennung, welche den üblen Geruch und die Luftverderbniss veranlassen. Es zeigt sich, dass bei Petroleumbeleuchtung die Luft bereits bei 0·1779% Kohlensäurezunahme unangenehm und unbehaglich wird, während bei Leuchtgas eine Luftverderbniss nicht empfunden wird, selbst wenn der Kohlensäuregehalt viel höher gestiegen ist. Noch günstiger erweist sich in dieser Beziehung die Beleuchtung mit reinem Brennöl.

Ueber die Wärmemengen, welche durch die verschiedenen Leuchtstoffe hervorgebracht werden, fehlt es an verlässlichen, eine Auswahl sicher leitenden Beobachtungen. Nach Peclet soll ein Kilogramm Leuchtöl 13.000 Calorien, 1 Kilometer Gas 9880 Calorien, ein Kilogramm Wachs 11.000 Calorien liefern. Nach Karmarsch und Heeren verbraucht eine Gasflamme von der Lichtstärke einer Normalkerze 31·2 Liter Gas, und würde nach Peclet etwa 320 Wärme-Einheiten liefern. Dagegen fand Briquet, dass ein Gasbrenner, welcher 138 Liter Leuchtgas in der Stunde verbraucht, 154 Cubikmeter Luft um 100° erwärmt, also neunmal mehr Wärme erzeugt, als ein Mensch in derselben Zeit. Es erwärmt ferner eine

Talglichtflamme	3·560 Cubikmeter	von	0	auf	100°
Wachslichtflamme	3·07	„	„ 0	„	100°
Druckklampe	20·167	„	„ 0	„	100°

Die Controle der öffentlichen und privaten Beleuchtung, welche ebenso sehr im hygienischen, als ökonomisch-technischen Interesse liegt, hat die oben bereits besprochenen Punkte zu beachten, kann aber ausserdem einer rationellen Photometrie nicht entbehren.

Bestimmung der Leuchtkraft auf photometrischem Wege.

Die Prüfung auf den Nutzeffect eines zur Beleuchtung dienenden Leuchtgases, Oeles oder Fettes kann nur eine vergleichungsweise sein, d. h. es kann nur ermittelt werden, wie viel mehr oder weniger dasselbe leistet, als ein anderes. Die Güte eines Beleuchtungsmaterials, seine Leuchtkraft, hängt ab 1. von der Lichtstärke, d. h. der Lichtintensität, die es, verglichen mit einem anderen Stoffe, liefert; 2. von dem Verbrauche an Material in einer gegebenen Zeit, um die Lichtstärke hervorzubringen. Die Leistung eines Leuchtmittels steigt mit der zunehmenden Lichtintensität und mit dem geringer werdenden

Stoffverbrauche, ist daher gleich der Lichtstärke, dividirt durch den Materialverbrauch.

Die letztere Grösse des Stoffverbrauches von festen oder flüssigen Beleuchtungsmitteln wird ganz einfach gefunden durch Abwägen vor dem Versuche und Wiederwägen nach einer gewissen gemessenen Dauer des Brennens. Von Leuchtgas wird das in einer gewissen Zeit gebrauchte Volum gemessen.

Bei photometrischen Versuchen ist die wichtige Thatsache sorgfältigst zu beachten, dass die Lichtintensität einer Flamme nicht allein vom Materiale und dem Consum abhängt, sondern auch von dem Apparat, in dem sie brennt. Es sind z. B. die verschiedenen Brennerformen bei Gasbeleuchtung durchaus nicht gleich in ihren Leistungen. Es ist ferner nicht gleichgiltig, wie die Lampe construirt ist, in der ein Leuchtöl brennt; bei Kerzen hängt es von ihrem Durchmesser und von der Dicke des Dochtes ab, ob die Leistungen eines Kerzenmaterials besser oder weniger gut seien. Um daher den Werth eines Materials allseitig zu prüfen, müssen die Versuche mit verschiedenen Verbrauchsapparaten oder Formen des Materials variirt werden.

Die Lichtintensität wird bestimmt durch die Instrumente, welche unter dem Namen Photometer bekannt sind.

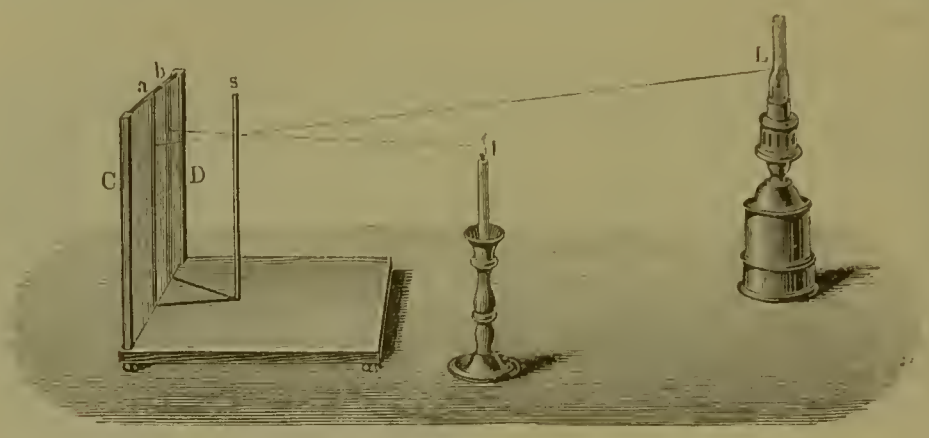
Dieselben gründen sich auf den physikalischen Lehrsatz, dass die Intensität der Erleuchtung einer Fläche in dem Verhältnisse abnimmt, in welchem die Quadrate der Entfernung zwischen ihr und dem Lichtquell wachsen. Die Lichtintensitäten zweier Lichtquellen, die ungleich sind, lassen sich dem Grade nach nur dadurch vergleichbar machen, dass man die Entfernungen derselben von einer das Licht auffangenden Wand so lange verändert, bis die Einwirkungen beider gleich sind, und dann die Entfernungen misst.

Wenn also zwei Lichter, wovon das eine 2, das andere 3 Längeneinheiten von einer weissen Wand absteht, diese ganz gleich stark beleuchten, so ist die Lichtintensität des einen $2^2 = 4$, während die des andern $3^2 = 9$ ist. Man hat nur die Entfernungen der beiden Flammen so zu richten, dass sie gleichviel Licht auf die gegenüberliegende Wand werfen, die Entfernungen zu messen und in's Quadrat zu erheben, um die Lichtstärken zu finden. Um beurtheilen zu können, wann jede der Flammen die Wand gleich stark beleuchtet, dienen die Photometer.

Das älteste und einfachste derselben ist dasjenige von Rumford (Fig. 88). In einer Entfernung von einigen Zollen von der Wand CD steht ein runder, etwas berusster Eisenstab s, gegen welchen die beiden Flammen L und l so gestellt sind, dass die beiden Schatten, welche jeder von den Stäben auf die Wand wirft, nahe neben einander fallen. Wenn diese Schatten a und b (Halbschatten) gleich tief erscheinen, d. h. wenn der vom Lichte L erzeugte durch die beleuchtende Kraft der Flamme l eben so hell wird, als der der Flamme l entsprechende, der von L beleuchtet ist, so sind die Lichtstärken, welche beide Flammen auf der Wand verbreiten, unter sich gleich. Das Gebräuchlichste ist, dass man eine grosse, weisse

Papierfläche als schattenauffangendes Mittel braucht und die Schattentiefe von der Seite aus beurtheilt, auf welcher die Flammen stehen. In diesem Falle ist zu rathen, möglichst senkrecht auf die Wand zu sehen; besser ist aber die Modification, dass man sich durchscheinendes Papier auf einen Rahmen spannt und die beiden Schatten

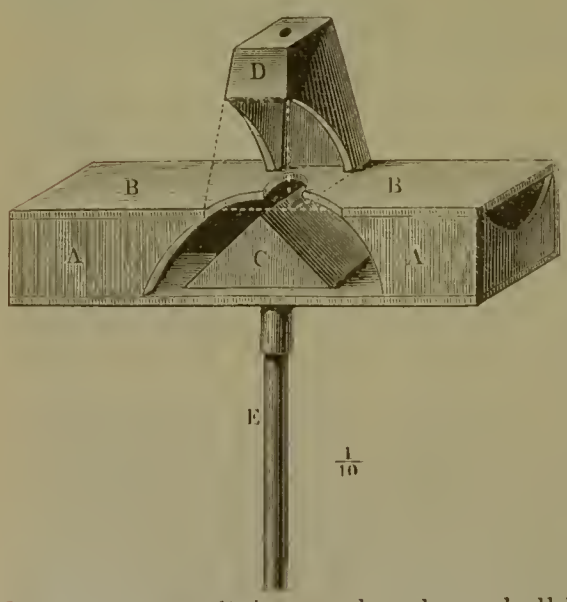
Fig. 88.



darauf fallen lässt. An der hinteren Seite des Papierrahmens steht ein Beobachter mit einem Lichte, der durch Nähern und Entfernen des Lichtes leicht findet, ob die Schatten ganz gleichzeitig verschwinden, d. h. ob sie gleich tief sind.

Ein anderes, auf sehr einfachen Principien beruhendes Photometer ist das von Ritschie (Fig. 89). *AB* ist ein längliches innen und aussen geschwärztes Holzkästchen, an beiden Enden mit halbkreisförmigen Oeffnungen versehen, *C* ein Prisma, mit weissem Papier überzogen, *D* eine auf dem Deckel *B B* angebrachte abgestumpfte Pyramide, in deren oberer Fläche eine kleine Oeffnung angebracht ist; in dem Deckel *B B* ist eine etwas grössere, ebenfalls runde Oeffnung; die beiden sind senkrecht über einander und so angebracht, dass die Kante von *C* in deren Durchmesser fällt. Die zu vergleichenden Lichter stehen so, dass sie durch die seitlich angebrachten halbkreisförmigen Oeffnungen hindurch das Prisma *C* bescheinen. Man rückt auf einem horizontalen Brette das eine der Lichter so lange, bis die beiden Flächen von *C* gleichhell beleuchtet erscheinen. Täuschungen werden leicht veranlasst durch die verschiedene Farbe der beiden Lichter, die auch

Fig. 89.



eine verschiedene Färbung der beiden reflectirenden Flächen hervorbringt.

Das Photometer von Bunsen ist in verschiedenen Modificationen ausgeführt worden; eine namentlich für Beurtheilung der Leuchtkraft des Gases sehr gebräuchliche Construction ist die von Wright.

Auf den verticalen Stäben *s s* (Fig. 90) ruht die Schiene *a a* etwa 8 bis 10 Fuss lang, der Stab *s* rechts hat an seinem oberen Ende einen Gasbrenner *n* (wenn die Leuchtkraft eines Gases gemessen werden soll) dem das durch eine genaue Gasuhr gegangene, also gemessene Gas durch einen Kautschukschlauch *b* zugeführt wird. Auf der anderen Seite am Ende der Schiene *a* ist die Normalkerze *m*.

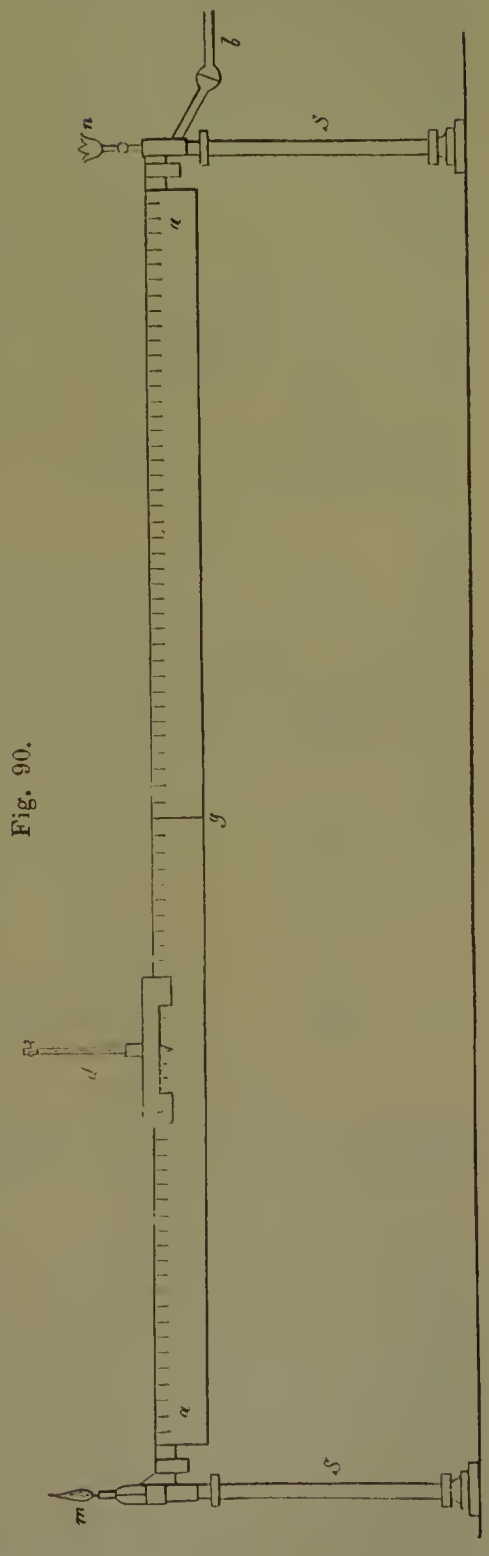


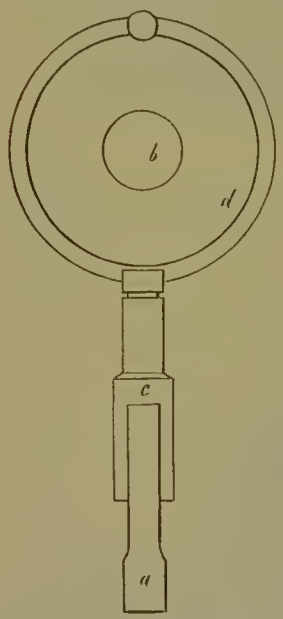
Fig. 90.

Zwischen den beiden mit einander zu vergleichenden Flammen befindet sich ein Schieber *c*, der auf *a* hin- und hergeschoben werden kann und einen Schirm *d* trägt. Der Schiebschlitten *c* und der Schirm sind in Fig. 91 in etwas vergrössertem Maassstabe dargestellt. Der Schirm ist aus Papier gemacht und hat in seiner Mitte einen runden und länglichen, durch eine Auflösung von Wallrath in Steinöl hervorgebrachten Fleck *b*, der etwas transparenter ist als das übrige Papier. Oefters auch wird der Rand der Papierscheibe nach Auflegen eines Uhrglases mit Wallrath und Paraffin getränkt, so dass also in der Mitte des Papieres ein ungetränkter Kreis bleibt. Angenommen, die beiden Flammen *m* und *n* hätten ganz gleiche Lichtstärke, dann würde weder rechts noch links der Fleck *b* heller erscheinen, sobald der Schirm genau in der Mitte der beiden Flammen in *g* aufgestellt ist, weil sich jedesmal auf beiden Seiten des Schirmes das durchgelassene Licht der getränkten und das reflectirte Licht der nicht getränkten Stelle einander zu gleicher Intensität ergänzen.

Rückt man aber nach rechts gegen n, so würde der Fleck von dieser Seite besehen dunkler, von m aus besehen heller erscheinen als die übrige Papierfläche. Man hat also in dem Aussehen des Fleckes ein Mittel, um die Stärke beider Flammen mit einander zu vergleichen; war z. B. die Distanz von d und $m = 2$, die von d und $n = 3$, und auf keiner Seite mehr der Fleck b zu erkennen, so verhielten sich die Lichtstärken von n und $m = 4 : 9$.

Um die Distanzen zwischen dem Schirme d und der Normalkerze m, sowie der Gasflamme n nicht immer zuerst messen und zur Bestimmung der Lichtstärken in's Quadrat erheben zu müssen, ist ein Maassstab auf a aufgetragen, und zwar ist dieser so beschaffen, dass er nicht die Distanzen des Schirmes und der Flamme, sondern direct die Lichtstärken angibt. Ingleichen ist die Normalkerze m häufig mit dem Schirm d fest verbunden, so dass bei den Messungen die Entfernung $d\ m$ dieselbe bleibt, die Kerze selbst aber mit d hin- und hergeschoben werden kann.

Fig. 91.



Es sei z. B. die Schiene, d. h. die Entfernung der beiden in Vergleichung zu ziehenden Lichtquellen 100 Längen-Einheiten lang. Steht der Schirm bei ganz gleicher Beleuchtung seiner Flächen genau in der Mitte, also von der Normalflamme 50 Längen-Einheiten entfernt, so ist die Lichtstärke des Lichtes, das mit der Normalkerze verglichen werden soll, $= 1$. In der Mitte der Schiene steht daher die Ziffer 1, auf welche der Zeiger unten am Schlitten bei genannter Stellung des Schirmes weist. Ist die Lichtstärke des zu prüfenden Lichtes $= 2$, so steht der Schirm 41·42 Längen-Einheiten vom Normal-Lichte und 58·58 Längen-Einheiten von der stärkeren Flamme entfernt, denn

$$41,42^2 : 58{\cdot}58^2 = 1715{\cdot}6 : 3431{\cdot}6 = 1 : 2.$$

Bei der Stelle, die 41, 42 Längen-Einheiten vom Normal-Lichte entfernt ist, steht daher die Zahl 2 u. s. w.

An diesem Instrument ist gewöhnlich die weitere Einrichtung angebracht, dass hinter d zwei kleine Spiegel, die in einem Winkel von 120° gegen einander stehen, befestigt sind. Schirm und Spiegel befinden sich dann in einem geschwärzten Holzkasten, welcher rechts und links eine runde Oeffnung zum Durchlassen der Lichtstrahlen von m und n und vorn eine dritte Oeffnung für den Beobachter enthält, durch welche derselbe mit Hilfe der Spiegel beide Seiten des Schirmes gleichzeitig und auf derselben Stelle sieht. In den Spiegeln sind nämlich die beiden Flächen des Schirmes d abgespiegelt und können durch Reflexion gleichzeitig durch Hineinblicken in diese Spiegel von dem Beobachter übersehen werden.

Bei diesen Photometern ist das Haupterforderniss, dass das Zimmer einen schwarzen Anstrich habe, damit die Wände möglichst

wenig Licht reflectiren oder dass das ganze Photometer in einen schwarzangestrichenen Kasten eingeschlossen ist, wie dieses bei den meisten Apparaten vielfach geschieht. Bei dem Versuche müssen die beiden Flammen und der Schirm in einer Horizontale liegen. Nachdem dann die Gasflamme so geregelt worden ist, dass sie die grösste Leuchtkraft entwickelt, der Gasverbrauch pro Stunde bekannt und ebenso die Normalkerze controlirt ist, wird der Schirm so lange auf der Stange hin- und hergerückt, bis beide gleichzeitig durch die Spiegel gesehene Flächenbilder gleiche Helligkeit besitzen.

Die grösste Schwierigkeit bei den photometrischen Versuchen bietet die Wahl einer passenden Einheit, auf welche man die verglichenen Flammen zurückführt. Man bedient sich hiezu gewöhnlich einer Kerze, sei es eine Stearin-, Wachs- oder Wallrathkerze. Die Dicke und Länge der Kerzen, die Anzahl, die auf ein bestimmtes Gewicht gehen und andere Umstände üben auf die Lichtstärke einen grossen Einfluss, so dass man die Lichtstärke-Messungen eines Beobachters selten auf die Angaben eines anderen genau zurückführen kann.

Bis jetzt werden noch fast durchwegs Kerzen aus Stearin, Wallrath und Wachs als Photometerlicht angewendet. Diese Stoffe sind aber keine bestimmten, chemischen Verbindungen, sondern Gemische, so dass jede einzelne Kerze eine verschiedene Zusammensetzung und damit auch eine wechselnde Leuchtkraft hat. Weiter wird die Leuchtkraft wesentlich durch die Beschaffenheit des Dochtes beeinflusst. Steht dieser in einem richtigen Verhältniss zur Dicke und zum Schmelzpunkt der Kerze, so bildet sich bekanntlich eine Vertiefung, aus welcher der in der Mitte stehende Docht das geschmolzene Kerzenmaterial aufsaugt und vergast. Ist er zu dick, so wird die Flamme zu breit, der Rand schmilzt zu rasch ab, die Kerze tropft und gibt meist kein ruhiges Licht. Ist der Docht aber zu dünn, so wird der Brennstoff zu langsam aufgesogen, dadurch aber der Vergasungsraum und damit auch die Flamme verkleinert, so dass auch jetzt wieder kein gleichmässiges Licht zu erzielen ist.

Versuche deutscher Gastechniker*) haben gezeigt, dass die Paraffinkerzen gleichmässigere Resultate geben, als die übrigen Kerzensorten. Es wurde deshalb als Bedingung für die deutsche Normalkerze festgesetzt:

Das Kerzenmaterial soll möglichst reines Paraffin sein und der Erstarrungspunkt desselben soll nicht unter 55° liegen. Die Photometerkerze soll einen Durchmesser von 20 Millimeter erhalten, genau cylindrisch und so lang sein, dass 12 Kerzen 1 Kilogramm wiegen. Die Dochte sollen in möglichster Gleichförmigkeit aus 24 baumwollenen Fäden geflochten sein und trocken für jeden laufenden Meter 668 Milligramm wiegen.

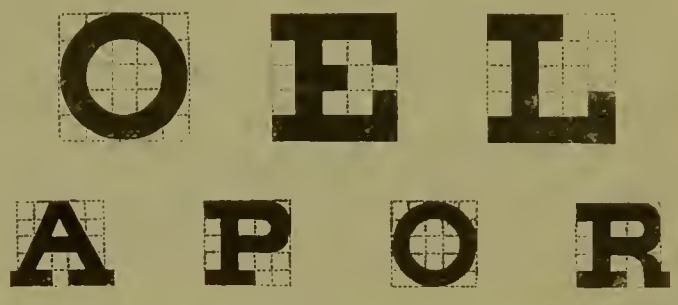
Handelt es sich nur darum, einen Maassstab dafür zu haben, ob die künstliche oder natürliche Beleuchtung für die Zwecke eines Locales, z. B. einer Schule oder einer Arbeitswerkstatt u. s. w., genügt,

*) Jour. f. Gasb. 1871, p. 526, 556.

so kann man sich hiezu nach dem Vorschlage Hofmann's einer sogenannten Snellen'schen Tafel, oder vielmehr nur deren unteren Theiles (der 2 bis 3 untersten Zeilen) bedienen.

Die Snellen'sche Tafel besteht aus 7 Reihen verschieden grosser Buchstaben, welche zur Bestimmung der Sehschärfe dienen. In der Regel werden die grossen Buchstaben des lateinischen Alphabets benützt. Hiebei sind die Buchstaben je einer Reihe alle gleich hoch und alle Striche sind gleich dick. Ueber jeder ist die Maximal-

Fig. 92.



distanz *(D)* in Metern angegeben, in welcher sie von dem gesunden Auge eines Erwachsenen noch deutlich wahrgenommen werden soll; es entspricht das einem Sehwinkel von 5 Minuten. Die unterste ist z. B. überschrieben D (Distanz) $= 6$, soll also bis auf 6 Meter, die zweitunterste, welche $D = 9$ übersehrieben ist, bis auf 9 Meter gelesen werden können. Zur Erläuterung sind einige Buchstaben dieser beiden Reihen in der richtigen Grösse obenstehend (Fig. 92) dargestellt.

VIERTER ABSCHNITT.

Boden.

Erstes Capitel.

Hygienisch wichtige Eigenschaften des Bodens.

Der gewachsene und der Füllboden.

Man unterscheidet im gewöhnlichen Leben einen sogenannten gewachsenen und einen aufgeschütteten Boden. Dieser Unterschied ist auch für die Hygiene wichtig.

Unter gewachsenem Boden versteht man solche Gesteins- und Erdschichten, welche aus der ursprünglichen, gasigen und flüssigen Erdmasse durch die in den früheren Zeitperioden auf der Erdkugel abgelaufenen natürlichen Vorgänge entstanden sind. Für die Gesteinsbildung hat man zwei Arten zu unterscheiden: Die Bildung auf feurigem Wege und die Bildung auf wässerigem Wege.

Durch die Gewalt des Wasserdampfes wurden aus der Tiefe der Erde geschmolzene Gesteinsmassen emporgehoben, die allmälig an der Oberfläche erstarrten und hiebei eine krystallinische Massenstructur annahmen. Es sind das die sogenannten plutonischen Gesteine: Die Granite, Syenite, Grünsteine, Gabbros, Porphyre, Malaphyre, Trachyte, Basalte.

Die Gesteine, deren Material sich als ein Bodensatz aus dem Wasser abgelagert hat und die in Folge davon geschichtet sind, nennt man Absatz- oder Sediment-Gesteine

Durch mechanische Wirkung des Wassers, d. h. durch Zerstörung früher gebildeter Gesteine, durch Fortschaffung und endliche Ablagerung des fortgeschafften Materials in der Form von Gerölle, Sand und Schlamm sind die clastischen Gesteine entstanden. Letzterer Bildungsprocess geht noch heutzutage in allen Meeren, Binnenseen, in vielen Flüssen vor sich.

Die Gesteine, welche als chemische Niederschläge aus Wasser sich gebildet haben, zeigen eine krystallinische Structur: Gneis, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Thonglimmerschiefer, Kieselschiefer, Urkalk, krystallinischer Magnesit, Graphit, Gyps.

Zu den clastischen Gesteinen gehören die Conglomerate, aus abgerundeten Geschieben oder Geröllen bestehende, durch ein Bindemittel verbundene Gesteine, dann die Gruppe der Sand- und Thongesteine, der vulcanischen und losen Trümmergesteine, das Gerölle, Geschiebe und Sand.

Die Sandsteine bezeichnet man nach der Formation, in welcher sie vorkommen, als Molasse-, Kreide-, Quadersandstein, Keuper-, Bunt-, Rothliegendsandstein.

Die Thongesteine, aus thonigem Schlamm entstanden, unterscheidet man nach dem Grade der Erhärtung in Thonschiefer (hart, steinartig, schiefrig), Schieferthon (weniger schiefrig, an der Luft zerfallend), Thon, Tegel (plastisch), Löss (kalkhaltiger Thon), Mergel (Gemenge von Thon mit kohlensauren Erdalkalien).

Auch die organische Welt, welche die Erde in früheren Perioden bevölkert hat, ist von Einfluss auf die Bildung der festen Erdrinde gewesen. Aus den grossen, versunkenen mit Sand und Thonlagern überdeckten Torfmooren sind allmälig Braunkohlen- und Steinkohlenlager geworden. Man findet auch Reste von Thieren, und zwar nicht blos vereinzelt in den Sedimentbildungen eingeschlossen, sondern diese bilden oft ganze Schichten. Von diesen vorweltlichen Organismen sind aber nur Abdrücke in den Gesteinen vorhanden, die organische Materie ist vollständig zerfallen und vergast.

Aus den zersetzten Pflanzenstoffen und den Zersetzungs- und Verwitterungsproducten der Gesteine bildete sich die Dammerde oder die Ackererde, der Culturboden.

Auch der Mensch hat, seitdem er die Erde bewohnt, an vielen Orten mächtige Umbildungen des Bodens bewirkt. Abgesehen von den Bodenumformungen, welche seine landwirthschaftliche Thätigkeit bewirkt hat, kommt hauptsächlich der sogenannte Füllboden oder aufgeschüttete Boden in Betracht.

Ueber diesen Füllboden belehren wir uns am besten, wenn wir das Terrain besehen, auf dem in längstvergangener Zeit grosse Städte standen. Das alte Rom ist gegenwärtig nicht mehr zu erkennen. Die früheren Thäler zwischen den sieben Hügeln sind zum Theil ausgefüllt und ihre Stelle nehmen Aufschüttungen ein. Man staunt, wenn man die Ausgrabungen des Forums betritt und Schuttwände bis 13 Meter Höhe antrifft, über denen im Mittelalter die Kühe weideten*).

Ueberall wo freie Plätze, Gärten und Gebäude vernachlässigt wurden, wo Verwüstungen von Städten vorgekommen sind, liegen die Schwellen und Soekel der alten Gebäude oft tief unter der jetzigen Oberfläche.

*) Schülke l. c. 183.

Man benützt weiter natürliche Vertiefungen und die Löcher, welche bei der Fossiliengewinnung, durch Ausziegeln des Lehmbodens, durch Sandgewinnung u. s. w. entstanden sind, zur Ausfüllung. Die verschiedenen Abfälle des Haushaltes und der Industrie sind es, die zu solchen Aufschüttungen und Ausfüllungen benutzt werden. Weiter tragen die Anschwemmungen gelockerter Erdtheile durch meteorisches und fliessendes Wasser und die vom Winde zugewehten Staubmassen zur Bildung dieses Füllbodens bei. Es formt sich auf diese Weise ein Boden, der nebst mineralischen Substanzen auch solche reichlich enthält, die dem menschlichen, thierischen und pflanzlichen Leben entstammen, wodurch ein solcher Boden Eigenschaften gewinnt, die, wie bereits beim Wasser hervorgehoben wurde und wie noch weiter unten erörtert werden soll, ihn in gesundheitlicher Beziehung von dem sogenannten gewachsenen Boden wesentlich unterscheiden.

Dem Gesagten zufolge muss die Zusammensetzung des Füllbodens eine sehr wechselnde sein. Während gewachsener und cultivirter Boden nur mineralische Bestandtheile enthält, finden sich im aufgeschütteten Boden mehr oder weniger grosse Mengen zersetzungsfähiger oder zersetzter organischer Substanzen. Begreiflicherweise ist die Zusammensetzung eines solchen aufgeschütteten Bodens in jedem Falle eine andere und hängt von dem Material ab, das zur Aufschüttung in Verwendung kam und von der Zeit, seit welcher die Aufschüttung stattfand. In Liverpool hat man einen derartigen Boden nach Ablauf verschiedener Zeit untersucht. Die Aufschüttungen mit Asche bestanden zu 30 bis 70% aus reiner Asche, dagegen zu 17 bis 67% aus einem pulverigen Gemisch und zu 3 bis 10% aus verschiedenartigen Stoffen, wie Knochen, Kartoffelschalen, Stroh, Glasscherben, Lumpen u. s. w. Eine drei Jahre alte Aufschüttung enthielt von organischen Abfällen noch Hadern, faules Holz und Wolle und es liessen sich 0·01 bis 0·51% Ammoniak, 0·28 bis 0·47% Salpetersäure, 1·77 bis 4·26% Gesammtstickstoff nachweisen.

Configuration und geognostische Beschaffenheit des Bodens.

Von hervorragendem gesundheitlichen Einfluss ist die Configuration der Bodenoberfläche. Das Verhältniss von Berg und Ebene, die Höhe der Berge, ihr Abfall, ihre Lage zur Sonne, die Tiefe, Breite und Ausdehnung der Terrainformationen kommen hiebei hauptsächlich in Betracht.

Im Allgemeinen wird man annehmen können, dass die Luft in Thälern und Schluchten weniger kräftig als auf freiliegenden Höhen und Hochebenen durch die Winde ventilirt wird, dagegen findet im Thal eine regelmässige tägliche Luftbewegung statt; während der Tageshitze geht ein Luftstrom durch die Schlucht aufwärts, bei Nacht nach unten.

Thäler und Schluchten, die an ihrem Ausgange stark verengt sind, stauen das Wasser, können hiedurch Sumpfbildung veranlassen und machen die Luft feucht. Enthält ein solches Thal eine reichliche Vegetation, so sammeln sich am und im Boden bedeu-

tende Massen verwesender Pflanzen an, deren Verwesungsproducte die Luft verschlechtern und den Boden verunreinigen und gesundheitsgefährlich machen können.

Doch darf man nicht jedes Thal für ungesund erklären. Die hygienische Bedeutung einer Oertlichkeit hängt noch von vielen anderen Factoren ab. Ein Thal kann, aber muss nicht mehrere ungünstig wirkende Einflüsse summiren. Nur in diesem Sinne kann man andererseits hoch und frei gelegene Plätze als im Allgemeinen gut ventilirt und einen leichten Wasserabfluss gestattend bezeichnen.

Ein Uebelstand hochgelegener Orte ist, dass sie durch Wärmeausstrahlung weit rascher abkühlen als Flachland, wodurch in ersteren Lagen Erkältungskrankheiten häufig veranlasst werden.

Ortschaften, welche unter dem Niveau oder in stellenweisen Vertiefungen grösserer Ebenen liegen, haben sehr häufig einen feuchten Boden, weil sich an diesen vertieften Stellen die Drainagewässer der höheren Gebiete ansammeln.

Die hygienische Qualität eines Bodens hängt weiter von der ihn bedeckenden Vegetation ab. Ein unbebauter, unfruchtbarer Boden ist gewöhnlich sehr trocken; er nimmt Wärme leicht auf, strahlt sie aber auch wieder rasch aus. Ein Boden, den Vegetation bedeckt, bleibt gleichmässiger temperirt. Die Vegetation wirkt durch Abhaltung der Sonnenstrahlen und durch Unterstützung der Verdunstung. Dass die Pflanzen durch ihren Gasaustausch reinigend auf die Atmosphäre wirken, ist bereits erwähnt worden. Ein Boden, der durch weit sich erstreckende Wälder zu sehr beschattet ist, erweist sich meist feucht. Wenn die Wälder wenig Durchschläge aufweisen, so kann die Luft über einem solchen Boden stagniren und Zersetzungsproducte verwesender Pflanzen enthalten.

Die Farbe des Bodens beeinflusst die Wärmestrahlung und die Lichtreflexion. Ein heller Boden reflectirt Licht und Wärme stärker als ein dunkler. Ein zu heller Boden kann das Sehen beeinträchtigen.

Mancher Boden staubt leicht und kann dadurch zu Reizungen der Haut und der Schleimhäute Veranlassung geben.

Die geognostische Beschaffenheit des Bodens ist von grossem Einfluss auf die Beschaffenheit des Wassers. Von ihr hängt auch die Durchlässigkeit oder Undurchlässigkeit des Bodens für Wasser ab.

Granit-, Trapp- und Thonschiefer-Formationen lassen das Wasser rasch ablaufen. Das Wasser ist meist rein. Auch bei Kalkstein und Dolomitfelsen ist der Abfluss ein rascher, doch ist das Wasser hart. Lehmfreier Kreideboden ist gewöhnlich wasserdurchlässig, die Luft darüber trocken, das Wasser kalkreich. Mergelhaltiger Kreideboden ist mehr oder weniger wasserundurchlässig, die Luft darüber ist häufig feucht. Die verschiedenen Sandsteinmassen sind in ihren oberen Schichten wegen ihrer Porosität und Zerklüftung oft sehr wasserarm, sobald sie aber durch Mergel- oder Thonlager unterbrochen werden, liegt über diesen meistens ein reichliches und nicht hartes Wasser. Es gibt aber

Sandformationen, bei denen der Sand sehr reich an in Wasser löslichen Mineralstoffen ist, wodurch er ein schlechtes Trinkwasser führen kann. Oft besteht ein solcher unreiner Sandboden aus silicat- und eisenhaltigen Mineralien, durch ein Sediment so dicht zusammengehalten, dass die Schichten für das Wasser beinahe undurchlässig sind, weshalb auch die Luft über einem solchen Sandboden meist verhältnissmässig feucht ist.

Bei Lehm, fettem Mergel und Alluvialboden läuft das Wasser weder ab, noch durch. Die Luft über solchem Boden ist in der Regel feucht, das Wasser in seiner Zusammensetzung sehr verschieden. Die Deltas grosser Ströme zeigen diesen Alluvialcharakter in hohem Grade.

Culturboden.

Eine besondere Würdigung verdient der Culturboden, weil viele seiner Eigenschaften von grösster hygienischer Bedeutung sind.

Die Ackerkrume ist aus Gesteinen und Gebirgsarten durch die Wirkung mächtiger mechanischer und chemischer Ursachen entstanden, die ihre Zersetzung und Aufschliessung bewirkt haben. Ein Gemengtheil der Ackererde ist der Humus. Letzterer ist das Product der Verwesung von Pflanzentheilen. Die im Boden von den Pflanzen zurückgelassenen organischen Stoffe: die Wurzelausscheidungen, die unterirdischen Theile der Graspflanzen, die Reste der jährigen Gewächse, der Getreide- und Gemüsearten, die im Herbst herabfallenden Blätter u. s w. gehen unter dem Einflusse der Luft und Feuchtigkeit eine fortschreitende Veränderung ein, deren Endproduct der Humus ist, ein Körper, der, wie wir bereits wissen, als eine andauernde Quelle von Kohlensäure im Boden fungirt.

Die nämlichen Ursachen, welche das Holzgewebe in wenigen Jahren in Humus verwandeln, wirken auch auf die Felsarten ein, aber es gehört vielleicht ein Jahrtausend der vereinigten Wirkungen des Wassers, des Sauerstoffes, der Kohlensäure dazu, um aus Basalt, Trachit, Feldspath, Porphyr eine linienhohe Schichte Ackerkrume zu bilden mit jenen Eigenschaften, die die Ackerkrume charakterisiren.

Der Ackerboden zeigt ein wunderbares Verhalten. Beim Durchfiltriren von Regenwasser durch Ackererde oder Gartenerde nimmt das Wasser kaum nennenswerthe Spuren von Kali, Kieselsäure, Ammoniak und Phosphorsäure auf, auch wenn diese Substanzen in einer für Wasser löslichen Form im Boden enthalten sind. Diese Substanzen, welche Pflanzennährstoffe sind, hält die Erde zurück und der anhaltendste Regen vermag dem Felde, ausser durch mechanisches Hinwegschwemmen, keine von den Hauptbedingungen seiner Fruchtbarkeit zu entziehen.

Die Ackerkrume hält aber nicht nur fest, was von Pflanzennährstoffen einmal in ihr ist, sondern ihr Vermögen, den Pflanzen zu erhalten, was diese bedürfen, reicht noch viel weiter. Wenn Regen- oder ein anderes Wasser, welches Ammoniak, Kali, Phosphor-

säure, Kohlensäure im aufgelösten Zustande enthält, mit Ackererde zusammengebracht wird, so verschwinden diese Stoffe beinahe augenblicklich aus der Lösung, die Ackererde entzieht sie dem Wasser.

Die Kohle verhält sich (Seite 50) gegen manche lösliche Substanzen ähnlich, sie nimmt Farbstoffe und Salze aus Flüssigkeiten in sich auf; es liegt nahe, den Grund der Wirkung beider in einerlei Ursache zu suchen; bei der Kohle ist es eine Anziehung, die von der Oberfläche ausgeht, eine Flächenwirkung; bei der Ackererde dagegen nehmen ihre Bestandtheile an ihrer Wirkung Theil und ist deshalb letztere in vielen Fällen eine andere.

Kali und Natron stehen sich bekanntlich in ihrem chemischen Verhalten ganz ausserordentlich nahe, und auch ihre Salze haben viele Eigenschaften mit einander gemein. Chlorkalium z. B. hat dieselbe Krystallform wie Kochsalz, in Geschmack und Löslichkeit sind sie wenig verschieden; ein Ungeübter unterscheidet beide kaum; aber die Ackererde unterscheidet sie genau. Wenn man Kochsalz durch Ackererde filtriren lässt, so läuft nahe so viel Chlornatrium ab, als man aufgegossen hat, aber eine Chlorkaliumlösung wird zersetzt, das Kalium bleibt in der Erde, das Chlor fliesst als Chlorkalcium hindurch. Bei dem Kalium, das Bestandtheil aller Landpflanzen ist, findet also ein Austausch statt. 1 Liter Gartenerde konnte das Kali*) aus 2025 Cubik-Centimeter kieselsaurer Kalilösung aufnehmen, welche auf 1000 Cubik-Centimeter 1·166 Gramm Kali enthält, und es berechnet sich daraus, dass 1 Hektar Feld von derselben Beschaffenheit auf $^1/_4$ Meter Tiefe einer gleichen Lösung 5000 Kilogramm Kali entziehen und für den Bedarf der Pflanzen festhalten würde. Das gibt einen Begriff von der mächtigen Wirkung der Ackererde, von der Stärke ihrer Anziehung gegen die Hauptnahrungsstoffe unserer Culturpflanzen.

So nimmt die Ackererde auch aus verdünntem Harn, Mistjauche u. s. w. die darin enthaltenen Nährstoffe der Pflanzen, das Ammoniak, das Kali und die Phosphorsäure auf, und wenn die Menge der Erde genügt, so enthält das abfliessende Wasser nicht mehr als höchstens Spuren davon.

Die Eigenschaft der Ackererde, Ammoniak, Kali, Phosphorsäure zu binden, ist begrenzt; jede Bodenart besitzt dafür eine eigene Capacität. Bringt man fort und fort Lösungen dieser Stoffe mit der Ackererde in Berührung, so sättigt sich die Erde mit dem gelösten Stoff, ein Uebersehuss derselben bleibt alsdann in Lösung und kann mit den gewöhnlichen Reagentien nachgewiesen werden. Der Sandboden absorbirt bei gleichem Volum weniger als der Mergelboden, dieser weniger als der Thonboden**).

Zu den beschriebenen Eigenschaften der Ackererde gesellt sich eine weitere, welche nicht minder merkwürdig und einflussreich ist.

---

*) Liebig, l. c. 118.
**) Liebig, l. c. 119.

Das ist das Vermögen derselben, der feuchten Luft den Wasserdampf zu entziehen und in ihren Poren zu verdichten. Bringt man einige Dekagramm bei 35 bis 40° C. getrockneter Ackererde in eine Flasche mit Luft, welche bei 20° C. vollständig mit Wasserdampf gesättigt ist, die also bei der geringsten Abkühlung unter diesem Temperatursgrad Thau absetzen würde, so ist nach Verlauf von wenigen Minuten die Luft so vollständig ihrer Flüssigkeit beraubt, welche die Erde angezogen hat, dass sie bei einem Kältegrad von 8 bis 10° C. kein Wasser, d. h. keinen Thaubeschlag mehr absetzt.

In einer Luft, die man mit Wasserdampf gesättigt erhält, verliert die Ackererde ihre absorbirende Kraft für den Wasserdampf in eben dem Grade, als sie selbst sich damit gesättigt hat. Bei vollkommener Sättigung nimmt sie kein Wasser mehr auf. Die Erde, welche sich durch Aufnahme von Feuchtigkeit aus der Luft bei gegebener Temperatur damit gesättigt hat, gibt an trockene Luft eine gewisse Quantität davon ab und ebenso, wenn die Temperatur der Luft steigt. Einer noch feuchteren Luft entzieht sie Wasser, bis das Gleichgewicht hergestellt ist.

Die Vorgänge der Absorption und Verdunstung sind von einer wichtigen Erscheinung begleitet: bei der Absorption des Wasserdampfes erwärmt sich die Erde und sie kühlt sich beim Verdampfen ab. Wenn im heissen Sommer die Oberfläche des Bodens austrocknet, ohne dass ein Ersatz aus tieferen Erdschichten durch capillare Anziehung statt hat, liefert die mächtige Anziehung des Bodens zu dem gasförmigen Wasser in der Luft die Mittel zur Erhaltung der Vegetation. Der zu verdichtende Wasserdampf wird durch zwei Quellen geliefert. Während der Nacht sinkt die Temperatur der Luft, wenn die Spannkraft des darin enthaltenen Wasserdampfes erniedrigt ist, und auch ohne dass die Temperatur der Luft auf den Thaupunkt sinkt, tritt durch die Anziehung der Ackererde Aufnahme von Wasser, begleitet von Wärme-Entwicklung ein, welche die Erkaltung des Bodens durch Ausstrahlung mässigt. Eine zweite Quelle, aus welcher die ausgetrocknete Ackererde vermittelst ihres Absorptionsvermögens ihre Feuchtigkeit schöpft, bietet das die tiefer liegenden Erdschichten ausfüllende Grundwasser. Von ihm aus muss nach der Oberfläche eine beständige Destillation von Wasserdampf stattfinden, dessen Absorption von einer gleichen Wärme-Entwicklung in den oberen Schichten begleitet ist.

In diesen Thatsachen erkennen wir eines der merkwürdigsten Naturgesetze. An der äussersten Erdkruste soll sich das organische Leben entwickeln und die weiseste Einrichtung verleiht hier den Trümmern des Mineralreiches, den Resten der Pflanzen und den Auswurfstoffen des Thierreiches die Fähigkeit, sich unter dem Einflusse von Wärme, Sonnenlicht, Luft und Feuchtigkeit stofflich so zu verändern, dass neues Leben an Stelle der zu Grunde gegangenen Organismen trete*).

*) Liebig, l. c. 122.

Der einzige, jeder Anforderung entsprechende und von der Natur selbst angewiesene Ort für die Unterbringung aller organischen Abfallstoffe ist die Erde. Alles ist hier dazu angethan, um durch den sich in der Ackererde abspinnenden Process die verschiedenen organischen Stoffe auf diejenigen Formen anorganischer Verbindungen zu redueiren, in denen sie die unentbehrlichen, aus dem Boden geschöpften Nahrungsmittel der Pflanzen bilden und sich auf solche Weise dem grossen Kreislaufe des Stoffes wieder einfügen.

In diesem Sinne kann man dem Ackerboden eine desinficirende Kraft zuschreiben, ihn als das Medium bezeichnen, in dem die Zersetzung fäulnissfähiger Abfallstoffe in der vortheilhaftesten und bis zu einer gewissen Grenze in unschädlicher Weise vor sich geht.

Die reinigende und desinficirende Wirkung des Bodens hat Falk*) in directer Weise anschaulich gemacht. Dieser Forscher füllte hohe und schmale Glascylinder mit Sandboden und übergoss letzteren mit Lösungen verschiedener Fermente, putrider und thierischer Gifte. Emulsin und andere Fermente büssten ihre fermentirende Kraft beim Durchgang völlig ein; Lösungen von Milzbrandblut, von dem septischen Gift (nach Hiller bereitet), von fauligem Pferdefleisch verloren den Eiweissgehalt, den Fäulnissgeruch und die früher bewiesene Fähigkeit, durch Einspritzung in das Blut kleiner Säugethiere Giftwirkungen hervorzurufen. Erst nach monatelanger Fortsetzung des täglichen Aufgiessens verlor der Boden seine desinficirende Kraft.

Uebersättigung des Bodens.

Die geschilderte eminente Leistungsfähigkeit des Bodens ist, wie bereits erwähnt, eine begrenzte. Wird einem Boden fort und fort Unrath aufgebürdet, findet nicht durch eine entsprechende Vegetation und eine genügende Oxydation eine der Belastung des Bodens entsprechende Entlastung desselben von den aufgenommenen Abfallstoffen statt, dann verliert der Boden seine desinficirende Kraft, er ist übersättigt. In einem solchen Boden werden unter dem Einflusse von Luft, Wärme und Wasser die in ihm vorhandenen Abfallstoffe der gewöhnlichen Fäulniss anheimfallen.

Wir müssen mit Rücksicht auf den gegenwärtigen Stand der Wissenschaft die Möglichkeit zulassen, dass der Fäulnissprocess mit dem Entstehen und der Entwicklung der ursächlichen Keime gewisser ansteckender Krankheiten, namentlich Cholera, Typhus, Malaria, Gelbfieber, im Zusammenhang stehe und können deshalb einen mit Faulstoffen imprägnirten, damit übersättigten Boden als einen der Factoren für die Erzeugung jener Bedingungen bezeichnen, unter welchen die ursächlichen Krankheitskeime mancher Infectionskrankheiten sich bilden. Die Verunreinigung des Bodens mit Abfallstoffen ist aber nur als ein Theil der für die Ent-

*) Falk, Experimentelles zur Frage der Canalisation mit Berieselung. Eulenburg's Vierteljahresschrift XXVII. 1877. S. 83.

stehung gewisser Krankheiten nothwendigen Bodenbeschaffenheit anzusehen. Es müssen noch andere Momente sich einstellen und zusammenwirken, um die Fäulniss des Bodens anzuregen und den Boden siechhaft zu machen: Luft, Feuchtigkeit und vielleicht auch Wärme.

Pettenkofer hält für den Eintritt eines solchen möglichen Falles die Bewegung des Grundwassers, sein Steigen und Fallen von wesentlicher Bedeutung.

Der Einfluss des Grundwassers, d. h. jenes Wassers, welches in einer gewissen, zu verschiedenen Zeiten wechselnden Tiefe den oberhalb einer undurchlässigen Schicht gelegenen porösen Boden so erfüllt, dass es alle Luft aus den Poren des letzteren verdrängt, kommt insoferne in Betracht, als das Grundwasser stets eine constante Quelle der Durchfeuchtung der über ihm liegenden porösen Schichten ist, und zwar theils indem es fortwährend verdunstet, theils indem durch Capillaranziehung und durch die wasserbindende Kraft des Bodens immer etwas Flüssigkeit aus dem Grundwasser in die Höhe steigt.

Wenn das Grundwasser durch Eindringen von Regenwasser oder durch Zuflüsse von unterirdischem Wasser aus höher gelegenen Gegenden zum Steigen gelangt, so überschwemmt es, wie eine unterirdische Fluth, Erdschichten, deren Poren bisher mit Luft angefüllt waren. Bis zur Höhe des Grundwasserspiegels werden die Erdschichten ersäuft, und alle Luft aus ihnen ausgetrieben; eine Zersetzung der in ihnen enthaltenen organischen Substanzen ist wegen des eingetretenen Luftmangels nicht möglich.

Wenn aber das Grundwasser in Folge von anhaltender Trockenheit oder aus anderen Gründen sinkt, so werden nun weit mehr Erdschichten der Luft zugänglich und die Zersetzung der im Boden vorhandenen organischen Substanzen wird deshalb in einem grösseren Umfange als bei hohem Grundwasserstande vor sich gehen und zudem auch noch intensiver sich gestalten, weil alle Bedingungen der Fäulniss: Luft, Feuchtigkeit und Wärme, gerade unmittelbar nach dem Fallen des Grundwassers in kräftigster Weise zusammenwirken. Denn in diesem Momente sind die der Luft zugänglich gewordenen Bodentheile noch stark feucht und weiter sind sie, gemäss der Beobachtung, dass das Grundwasser seine höchste Temperatur erlangt, wenn es seinen niedrigsten Stand erreicht, auch warm.

Die hygienische Bedeutung des Grundwassers liegt demnach wesentlich in seinem Einflusse auf die Zersetzung organischer Substanzen des Bodens. Diese Zersetzung wird durch eine Wassermenge, welche den Luftzutritt völlig ausschliesst, gänzlich sistirt; dagegen gehen in einem durchfeuchteten Boden bei gleichzeitiger Anwesenheit von Luft und Wasser, welche Verhältnisse nach dem Sinken des Grundwassers eintreten, die Zersetzungsprocesse in erhöhtem Grade vor sich.

Beziehungen des Bodens zu miasmatisch-contagiösen Krankheiten.

Pettenkofer und Buhl waren die Ersten, welche die Ansicht aussprachen, dass Typhus und Cholera in ihrer Entstehung und Verbreitung an örtliche Bedingungen, insbesondere an Eigenthümlichkeiten des Bodens geknüpft seien. Pettenkofer's Ansicht geht dahin, dass die vom Kranken kommenden Ansteckungsstoffe bei Typhus, Cholera, Ruhr, Gelbfieber erst dann zu Epidemien erzeugenden Potenzen werden, wenn sie in einem siechhaften Boden eine gewisse Veränderung durchmachen. Pettenkofer unterscheidet den specifischen Cholerakeim, das Substrat, welches Zeit und Ort zu seiner Entwicklung liefern muss, und das daraus hervorgehende Product, das eigentliche Choleragift.

Der Kranke erzeuge in seinem Körper kein Gift, welches, unmittelbar auf einen Gesunden übertragen, demselben die Krankheit mittheilen könnte, und es genüge zur Entstehung einer Typhus- oder Cholera-Epidemie nicht, dass das betreffende Krankheitsgift an einen Ort eingeschleppt werde. Das fertige Gift werde vom Körper des Kranken nicht ausgeschieden, sondern dieser liefere nur einen Factor zur Entstehung desselben, während der zweite Factor dem Boden bei gewissen örtlichen und zeitlichen Verhältnissen zu entstammen scheine, so dass eine epidemische Verbreitung der Krankheit nur dort zu Stande kommen könne, wo die Localität selbst die nöthigen Bedingungen zur Wiedererzeugung des Krankheitsgiftes enthält. Wo die Localität die nöthigen Bedingungen nicht aufweist, entstehen nach geschehener Einschleppung des Giftes nur einzelne, wenige Erkrankungen, so weit eben die vorhandene Menge des Krankheitserregers reicht. War die Quantität desselben sehr gering, so entsteht möglicherweise nicht ein einziger Krankheitsfall.

Pettenkofer*) behauptet also nicht, dass das Choleragift im Boden erzeugt werde, sondern nur, dass zu dem irgendwo eingeschleppten specifischen Keime ein bestimmtes Bodenproduct, das nicht überall und nicht zu jeder Zeit sich findet, hinzutreten müsse, um eine Vervielfältigung und damit eine Epidemie zu Wege zu bringen. Art und Ort der Wechselbeziehung zwischen beiden kenne man nicht und man wisse nicht, wie weit sie sich im Boden, ob im Hause oder im Menschen selbst begegnen.

Pettenkofer**) erläutert seine Theorie durch folgendes Bild: Die Einschleppung und Verbreitung von Cholera- und Typhuskeimen trage höchstens die Gefahr eines Zunders oder einer Lunte in sich, die Gewalt der Epidemie aber hänge von dem local aufgehäuften Brennstoffe, sozusagen vom Pulver ab, womit die Mine zuvor geladen sein müsse, wenn der hineinfallende Funke eine grössere Wirkung

*) Pettenkofer, Ueber den gegenwärtigen Stand der Cholerafrage. München 1873. S. 18, 29.

**) Pettenkofer, Die Cholera 1875 in Syrien. Ztschft. f. Biol. 1876. S. 117.

ausüben solle. Weiter betrachtet Pettenkofer die Verunreinigung des Bodens mit den Abfallstoffen des menschlichen Haushaltes nur als einen Theil der für Cholera und Typhus nothwendigen Ortsbeschaffenheit, so wie die Kohle ein Bestandtheil des Schiesspulvers sei, welcher für sich allein nicht die geringste explosive Wirkung hat und ohne welchen andererseits die letztere nicht zu Stande kommt.

Die Eigenthümlichkeit, mit der sich Typhus und Cholera verbreitet, die Erfahrung, dass manche Orte (Lyon, Birmingham, Münster) stets cholerafrei blieben, andere dagegen regelmässig von Cholera befallen werden, sei daher durch die Verschiedenheit in den Eigenschaften des Bodens, auf dem die Orte, Strassen und Gebäude aufgebaut sind, zu erklären. Insbesondere soll ein durch Abfallstoffe verunreinigter und zugleich poröser, für Wasser und Luft leicht durchgängiger, beispielsweise aus Flussgeröll oder Alluvialboden bestehender Grund die Entwicklung von Typhus und Cholera begünstigen, während Trockenheit des Bodens gegen diese Epidemien schütze. Auf der verschiedenen Bodenbeschaffenheit beruhe es, dass Cholera an hoch gelegenen Orten seltener vorkomme, während die hauptsächlich ergriffenen Orte im Ganzen eine tiefe Lage an Flüssen, und in Mulden haben, und eine Durchfeuchtung des Bodens mit darauf folgender rascher Austrocknung zeigen. Da auch verschiedene Theile einer Stadt oder eines Gebäudes nicht selten auf einem Boden von verschiedener Beschaffenheit stehen, so werde es erklärlich, warum die Cholera- und die Typhus-Epidemien gewisse Theile einer Stadt oder eines Gebäudes verschonen und andere verheeren.

Die Anschauungen Nägeli's in Bezug auf die Infectionsstoffe der miasmatisch-contagiösen Krankheiten weichen von jenen Pettenkofer's in manchen wesentlichen Punkten ab. Während Pettenkofer annimmt, dass der vom Kranken kommende Ansteckungskeim, ehe er wirklich zu inficiren vermag, ein Stadium in einem siechhaften Boden durchmachen müsse, glaubt Nägeli, der siechhafte Boden bewirke in den Bewohnern eine miasmatische Infection, ohne welche der vom Kranken kommende (contagiöse) Ansteckungskeim sich nicht zu entwickeln vermag. Er nennt Pettenkofer's Theorie die monoblastische, die zweite die diblastische, weil bei jener nur ein einziger Infectionskeim, bei dieser zwei verschiedene Infectionskeime (Miasma und Contagium) in den Körper gelangen. Pilzphysiologische Gründe und epidemiologische Erfahrungsthatsachen sprächen für die diblastische Theorie. Nach der diblastischen Theorie würden also die Miasmenpilze des Bodens eine chemische Umstimmung und damit eine miasmatische Vorbereitung des Körpers bewirken, welche denselben für die vom Kranken kommenden specifischen Contagienpilze empfänglich macht.

Nägeli, welcher, wie Seite 137 erwähnt wurde, die Pilznatur der Infectionsstoffe nachgewiesen zu haben glaubt und daran festhält, dass die Infectionspilze nur Spaltpilze sein können, äussert sich betreffs der Beziehung des Miasmas zum Boden in folgender Weise:

Spaltpilze überhaupt und somit auch die Miasmenpilze entstehen nicht in trockenen, sondern nur in benetzten oder überfluthet gewesenen Bodenschichten*). In einem sehr porösen und rasch trocknenden Boden befindet sich ihr Bildungsherd in der obersten Schicht des Grundwassers und in der unmittelbar über demselben befindlichen und von demselben noch capillar benetzten Bodenschicht.

Siechfrei ist ein compakter, felsiger und ebenso ein poröser, beständig trockener, d. h. nicht oder nur vorübergehend benetzter Boden, ferner ein mit einer gut filtrirenden, humosen oder lehmigen Schicht bedeckter und ebenso ein beständig benetzter Boden, also ein Sumpf mit gleichbleibendem Wasserspiegel und ein poröser Boden mit gleichbleibendem Grundwasserstand. In jüngster Zeit nähern sich die Anschauungen Pettenkofer's**) jenen Nägeli's. Pettenkofer hält es neuerdings für wahrscheinlich, dass Verkehr und Boden jeder sein Product unabhängig vom andern in's Wohnhaus des Menschen abliefere.

Sowohl die monoblastische als auch die diblastische Theorie stimmen darin überein, dass für das Entstehen und die Verbreitung miasmatisch-contagiöser Krankheiten der Boden insoferne von grossem Belang ist, als eine gewisse Beschaffenheit desselben Stoffe erzeugt, die das Erkranken mitbedingen. Es fragt sich, in welcher Weise diese im Boden entstandenen Stoffe mit dem Menschen derart in Contact gelangen, dass sie ihn inficiren.

Bis jetzt ist es noch nicht sichergestellt, ob diese Stoffe, mit der Bodenluft vermischt, aus dem Boden unter gewissen Verhältnissen aufsteigen, und so in die freie, den Menschen umgebende Atmosphäre gelangen, oder ob sie vom Wasser aufgenommen werden, ob also das im Boden erzeugte Gift durch die Einathmung der Bodengase oder durch die Einverleibung des dem Boden entnommenen Trinkwassers mittelst der Verdauungswerkzeuge in den Körper, respective in das Blut gelange.

Beide Theorien haben insbesondere das explosivartige Auftreten der Epidemien zu ihren Gunsten auszulegen gesucht. Die Trinkwassertheorie ergreift diesen Umstand, seitdem die städtischen Quellwasserleitungen wieder in Aufnahme gekommen sind, geradezu als eines ihrer Hauptbeweismittel und behauptet, eine solche plötzliche Steigerung der Krankenzahl und Ausbreitung über ein grösseres Areal lasse sich nur durch die fast momentane Ausstreuung des Ansteckungsstoffes mittelst der Wasserversorgung erklären.

Pettenkofer und seine Anhänger behaupten dagegen, dass die Verbreitung des Typhus unbedingt in einer grossen Zahl von Fällen ohne jede Betheiligung des Trinkwassers zu Stande kommt. Der Weg der Infection von der Lungenschleimhaut aus sei a priori ausserordentlich viel wahrscheinlicher; da mithin diese Art der Infection vom Boden aus durch die Luftströmung überall leicht zu Stande kommen muss, leichter als jede andere Art der Infection,

*) Nägeli, l. c. 157.
**) Pettenkofer, Die künftige Prophylaxis gegen Cholera. München 1875. S. 56.

so haben die Fälle, die eine Verbreitung des Typhus durch Trinkwasser demonstriren sollen, nur dann Beweiskraft, wenn jene gewöhnlichere, sicher bestehende Verbreitungsursache durch die Luft dabei ausgeschlossen werden kann. Dies sei aber nicht der Fall, da in den bekannt gewordenen Beispielen die erkrankten Personen stets auch der Luft der verdächtigen Localität ausgesetzt gewesen sind.

Pettenkofer und Buhl sagen weiter, der in dem Boden entwickelte Ansteckungskeim dringe mit der Bodenluft nach oben. Mehr als $^3/_4$ des Jahres besteht in der gemässigten Zone innerhalb des Wohnhauses eine höhere Temperatur als im Freien, diese Temperaturdifferenz bewirkt in demselben einen factisch nachweisbaren, permanent aufsteigenden Luftstrom und nach physikalischen Gesetzen wird dann zum Ersatz die umgebende Luft durch Poren, Ritzen und andere Oeffnungen herangezogen, besonders aber werden die Bodengase aspirirt und aus dem Baugrunde in das Innere des Hauses befördert, wenn, wie z. B. bei Nacht und in der kälteren Jahreszeit auch am Tage, Thüren und Fenster geschlossen gehalten werden.

Als Beweis, dass die Bodenluft der Träger der im Boden zur Entwicklung gelangten Ansteckungsstoffe sei, weist Vogt*) auf den mehrfach beobachteten Zusammenhang des explosiven Auftretens von Epidemien mit den zeitlichen Veränderungen des Druckes der Atmosphäre hin. Vogt, der diesen Gegenstand zuerst angeregt hat, sagt: Der Druck der Atmosphäre, dessen tägliche Schwankungen im Mittel nur $^1/_{200}$ des ganzen Druckes ausmachen, kann zuweilen an einem Tage eine Amplitude von $^1/_{12}$ des Gesammtdruckes erleiden. Nach einem solchen Barometerfall wird gemäss dem Mariotti'schen Gesetze die Dicke der Gasschicht im porösen Boden, von dessen Oberfläche bis herab auf den Grundwasserspiegel oder den Felsengrund um $^1/_{12}$ zunehmen, d. h. die Bodengase werden um $^1/_{12}$ der ganzen Höhe der unterirdischen Luftsäule über der Bodenfläche frei zu Tage treten. Im Freien werden sie von der Luftströmung meist sogleich zerstreut und weggefegt werden. Das geschlossene Wohnhaus des Menschen aber wird sie zusammenhalten und durch seine innere Wärme sogar noch in erhöhtem Maasse aus dem Untergrund aspiriren. Und diese Erscheinung wird um so auffälliger hervortreten, je unpermeabler der Boden um das Haus herum durch Pflasterung, Asphaltirung, durch eine Eisdecke oder durch das Durchtränken mit Regen geworden ist. Das Hervortreten der Bodengase wird um so ergiebiger sein, je tiefer das Barometer fällt, und je tiefer das Grundwasserniveau oder der Felsgrund ist.

Steht das Grundwasser nur 1 Meter unter der Bodenoberfläche, so werden die Bodengase bei einem Barometerfall von 6 Centimeter nur in einer Schicht von $\frac{6}{76}$ Meter $= 7{\cdot}9$ Centimeter Dicke über die Oberfläche hervortreten können. Wäre aber dabei das Grundwasser auf 30 Meter Tiefe gesunken, so würden die Bodengase

*) Vogt, Trinkwasser oder Bodengase. Basel 1874. S. 17.

$6 \times \frac{30}{76} = 2{\cdot}37$ Meter hoch hinaufgekommen sein und würden alle unsere Parterrewohnungen erfüllt haben. Hiedurch würde es begreiflich, warum ein verunreinigter poröser Untergrund von bedeutender Tiefe den darauf stehenden menschlichen Wohnungen eine grössere Gefahr bei ansteckenden Krankheiten bringt, während ein compacter Felsboden diesen die Entwicklung versagt. Es erklärt sich daraus auch die grössere Gefahr beim Tiefstande des Grundwassers, nicht blos, weil hiebei dem Fäulnissprocesse eine grössere Ausdehnung gewährt wird, sondern weil bei Veränderungen des Luftdruckes die Bodengasschicht dann auch grössere Höhenschwankungen aufweisen muss. Es löst das auch das Räthsel, warum hie und da Epidemien bei gleichbleibendem oder sogar steigendem Grundwasser auftauchen, wenn nur ein starker Barometerfall die Grundgase hervorlockt.

Die Ansehauung Vogt's, dass die Barometer-Schwankungen für die Bodenluftbewegung von Einfluss sind, bestätigen auch die trefflichen experimentellen Untersuchungen Fodors*) über Boden und Bodengase; aus letzteren geht aber auch noch hervor, dass auf die Bewegungen der Bodenluft die verschiedensten äusseren Einflüsse einwirken, insbesondere die saugende und pressende Kraft des Windes, der Regenfall, die Schwankungen der Bodenluft-Temperatur, des Grundwassers u. s. w. Mit Recht meint Fodor, dass die hiebei zur Geltung kommenden Factoren sich so compliciren, dass es trotz der Kenntniss eines oder selbst mehrerer dieser Einflüsse ohne directe Beobachtung kaum je gelingen dürfte, die Art und Ausdehnung jener Bewegung festzustellen.

Die Frage der Bewegung kleinster Körperchen, speciell die des Entweichens derselben aus dem Boden, ist für die Aetiologie epidemischer und endemischer Krankheiten und demnach auch für die Hygiene von grossem Interesse. Man sucht hierüber auf experimentellen Wegen Klarheit zu gewinnen.

Allein die bisherigen einschlägigen Versuche widersprechen einander in ihren Ergebnissen und bezüglich der Schlussfolgerungen. Soyka hat gefunden, dass die Fäulnisspilze, welche in dieser Beziehung hauptsächlich in Betracht kommen, schon durch Luftströmungen von ganz minimaler Geschwindigkeit fortgeführt werden und dass auch bei scheinbarer Windstille in unserem Luftmeere fortwährend Spaltpilze in grosser Zahl aufgewirbelt und weiter getragen werden, und zwar ausgehend sowohl von trockenen Flächen als von befeuchteten, sobald bei letzteren zur Verdunstung Gelegenheit gegeben ist.

Der Ansicht Soyka's steht jene Nägeli's entgegen**). Nägeli hebt hervor, dass alle Spaltpilze ursprünglich in einer Flüssigkeit

*) Fodor, Experimentelle Untersuchungen über Boden. Vierteljschft. f. öffl. Gsdhtpflege 1875. S. 205.

**) Nägeli, Ueber die Bewegung kleinster Körperchen. Sitzungsberichte der mathem.-physik. Classe der Akademie München 1879, Heft 3, S. 389.

entstehen und weder durch Verdunstung, noch durch einen schwachen Luftstrom in die Luft gelangen. Auch Luftströmungen, welche etwa auf die über das Niveau der Flüssigkeit vortretenden Zellchen einwirken, reissen sie nicht mit fort, wenn nicht, wie bei Stürmen, die Wasserfläche selbst zerrissen wird. Ob sie von einer festen Unterlage, an der sie antrockneten, fortgeführt werden können, hänge von der Stärke der Verklebung und derjenigen der Luftströmung ab.

Was das Entweichen der Spaltpilze aus einer porösen Masse, namentlich aus dem Boden betrifft, so glaubt Nägeli, dass solange der Boden feucht ist, unter keinen Umständen eine Lösung und Fortbewegung stattfinde. Wenn die Pilze mit Klebstoff angetroeknet sind, wie dies in einem mit Auswurfstoffen verunreinigten Boden der Fall ist, so sind sie festgebannt, so lange bis der Klebstoff ausgewaschen oder zerstört wird. Als einer der wichtigsten Faetoren der Loslösung ist die Schwankung der Temperatur im Boden anzusehen; denn in ihrem Gefolge treten Zerklüftungen und Lockerungen der Erdmasse, sowie der Pilze auf, welche, wie so oft, zu zarten, leicht zerreisslichen Flöekchen verbunden, innerhalb der Poren sich vorfinden. Stellen sich dann stärkere aufsteigende Luftströmungen im Boden ein, so werden die in Stäubchen aufgelösten Floeken in die äussere Atmosphäre mitgerissen. Durchaus nothwendige Vorbedingung dieses Entweichens ist demnach ausreichende Trocknung des Bodens und ausreichend starke Luftbewegung, aber auch eine gewisse Weite der Poren*).

Beziehungen des Bodens zur Malaria.

Weit prägnanter sprieht sieh die Abhängigkeit der Malaria von den Bodenverhältnissen aus.

Als Ursaehe der Wechselfieber-Erkrankungen in sogenannten Malariagegenden ist man gezwungen, ein bestimmtes Miasma anzunehmen. Alles sprieht dafür, dass die Entstehung dieses Miasmas einen Boden nöthig hat, bei dem Durchfeuchtung, höhere Temperatur und verwesende Pflanzensubstanzen zusammenwirken.

Malaria kommt vor Allem in Niederungen vor, in tief gelegenen Landstrichen mit Alluvialboden, namentlich in den Flussdeltas und in Ueberschwemmungen ausgesetzten Gebieten. Ein Boden, der völlig unter Wasser steht, ist der Malaria-Entwieklung ebenso wenig günstig wie hochgradige Trockenheit. Gegenden, wo das Wechselfieber herrscht, haben in der Regel ein stagnirendes oder sehr träge fliessendes Wasser, ausgedehnte Sümpfe, Teiche, Tümpel etc. Eine weitere Bedingung der Malaria-Entwieklung besteht in dem Reichthume des Bodens an organisehen Stoffen, namentlieh an Pflanzenresten. Thatsächlich findet man regelmässig die Malariagegenden mit reicher Pflanzenvegetation bedeckt, und im Boden findet sich ein bedeutender Gehalt an pflanzlichen Zersetzungsstoffen. Mancherlei Erfahrungen geben Aufschluss über die Bedeutung der Pflanzen-

*) Nach Uffelmann's Referat, Ztschft. für öffentl. Gsdhtspflege. 1880. S. 444.

vegetation als Bedingung der Malaria-Entwicklung. In Frankreich bezog man früher alle Blutegel aus Ungarn; um nicht in dieser Beziehung auf das Ausland angewiesen zu bleiben, begann man in Frankreich selbst die Blutegel zu züchten und legte zu diesem Zwecke grosse Teiche mit Schlammböden an und cultivirte zahlreiche Wasserpflanzen. Bald trat in diesen Gegenden, in denen man früher Malaria nicht kannte, das Wechselfieber endemisch ein. Aehnliche Erfahrungen wurden auch in Norditalien gemacht, wo erst seit der Zeit, als die Reiscultur begann, Malaria ausbrach. Auch nach Ueberschwemmungen, bei denen grosse Massen eines an Pflanzentheilen reichen Schlammes abgelagert werden, kommt Malaria, namentlich bei warmer Witterung, leicht zur Entwicklung. Gegenden mit grossen, feuchten, dichten, unventilirten Laubwäldern zeigen ebenfalls häufig den Malaria-Charakter.

Ein drittes wesentliches Moment für das Auftreten der Malaria ist die Wärme.

Wo die höhere Temperatur fehlt, wenn auch die übrigen Bedingungen vorhanden sind, tritt kein Wechselfieber auf; so in Schweden, Norwegen, Nordrussland, da wahrscheinlich hier während des kurzen Sommers die höhere Temperatur nicht hinreicht, die erforderlichen Zersetzungsproducte hervorzurufen. Je höher aber die Temperatur ist, je südlicher die betreffende Gegend liegt, desto perniciösere und zahlreichere Erkrankungen kommen vor. In Südböhmen, wo viele Teiche sind, werden nur leichte Wechselfieber-Erkrankungen beobachtet, in Südungarn (an der Theiss, im Banat) sind die Fälle schon häufiger und hartnäckiger, dann folgen Norditalien, die Campagna di Roma. In den Tropenländern herrscht das bösartigste Wechselfieber. Berüchtigt ist in dieser Beziehung namentlich die Westküste von Afrika (Sierra Leone). Hirsch hält es für wahrscheinlich, dass die Linie, welche die Orte mit einer mittleren Sommertemperatur von 15 bis 16° C. verbindet, die nördliche Grenze des Malariagebietes bildet.

Das Wechselfiebermiasma besitzt eine gewisse Schwere, es steigt nicht hoch. So beobachtet man zuweilen, dass an einem Hügel keine Erkrankungen vorkommen, während in dem angrenzenden Thale Wechselfieber herrscht.

Dieses Miasma kann nicht verschleppt werden. Die Ausdehnung seiner Wirksamkeit ist beschränkt auf den Umkreis der Gegend, in der es sich bildet. Es scheint auch mit Vorliebe am Boden zu adhäriren. Wenigstens wird allgemein angegeben, dass die Bearbeitung eines jungfräulichen Bodens, d. h. eines Bodens, welcher, früher nicht bebaut, das erstemal der Cultur zugeführt wird, mit besonderer Gefahr für die Arbeiter verbunden sei. Beim Bau der Eisenbahn in Panama sind in auffallender Weise sehr viele jener Arbeiter, die mit dem Erdbau beschäftigt waren, an Malaria zu Grunde gegangen. Das Malariamiasma scheint auch am oder im Wasser zu haften, ja lange Zeit in demselben wirksam bleiben zu können; auch wird angenommen, dass es mit den Wasserdämpfen aufsteigen könne.

Das Malariagift zeichnet sich durch gewisse Eigenthümlichkeiten aus, durch welche es sich von anderen Infectionsstoffen wesentlich unterscheidet. Umgekehrt wie bei den meisten übrigen ansteckenden Krankheiten werden beim Ausbruch einer Malaria-Epidemie häufig diejenigen Personen zuerst befallen, welche früher schon an Malaria gelitten haben. Die Disposition wird also nicht durch Acclimatisation, sondern nur durch Uebersiedelung nach einem siechfreien Ort beseitigt.

Auch scheint es, dass die Schwere des einzelnen Falles viel weniger als bei anderen Infectionskrankheiten, bei welchen das Krankheitsgift im kranken Körper sich vermehrt, von der Individualität des Inficirten abhängt, als vielmehr von dem Entwicklungsgrad und der Menge des aufgenommenen Malariagiftes. Es liegen Erfahrungen vor, dass die Zeitdauer, während welcher der Kranke der Wirkung des Giftes ausgesetzt ist, die Heftigkeit der Erkrankung beeinflusst und Hirsch*) hebt hervor, dass die schweren Malariaformen nur in Orten und zu Zeiten vorkommen, in welchen die Krankheitsursache eine ausgesprochene quantitative und qualitative Mächtigkeit erlangt.

Beziehungen des Bodens zur Tuberculose.

Auch auf die Tuberculose scheint die Bodenbeschaffenheit von einem gewissen Einflusse zu sein. Von grosser Wichtigkeit ist in dieser Beziehung die Thatsache, dass in verschiedenen englischen Städten durch die Tieferlegung des Grundwassers die Sterblichkeit an Lungenschwindsucht erheblich vermindert worden ist. Auch wird beobachtet, dass Lungenschwindsucht auf lehmhaltigem Boden, der das aufgenommene Wasser zähe zurückhält und feucht ist, häufiger vorkommt, als auf durchlässigem Sand.

Bowditsch**) hat zahlreiche Beobachtungen amerikanischer Aerzte zusammengestellt, wonach Häuser und Stadttheile auf feuchtem Boden weit mehr als die auf trockenem Boden, an Schwindsucht leiden, sogar nicht selten förmliche Schwindsuchtnester bilden.

Sehr bestechend sprechen die Verhältnisse des Militär-Gefangenhauses Möllersdorf bei Wien für den causalen Zusammenhang der Bodenfeuchtigkeit oder gewisser Bodeneigenthümlichkeiten mit dem Entstehen der Lungenschwindsucht.

Trotzdem ein jeder Sträfling, bevor er nach Möllersdorf abgeht, ärztlich untersucht und daselbst nur dann in Haft genommen wird, wenn er keine Anlage zur Tuberculose zeigt, so sterben doch von den 200 dort untergebrachten Sträflingen jährlich bis 50, obwohl ihre Kost, Verpflegung und Beschäftigung weit besser als in anderen Militär-Gefangenhäusern ist. Diese erschreckliche Sterblichkeit ist fast einzig und allein durch Tuberculose bedingt, an der selbst die kräftigsten Leute zu Grunde gehen. Der Boden, auf dem das Ge-

*) Hirsch, l. c. S. 39.

**) Bei Beneke, Zur Aetiologie und Therapie der Lungentuberculose. Archiv des Vereins für wissenschftl. Heilkunde. Leipzig 1866. S. 29 bis 57.

fangenhaus steht ist lehmig, und hält Wasser stark zurück. Die Bodenfeuchtigkeit in Möllersdorf ist auffällig. Trotz der grössten Reinlichkeit triefen alle Wände von Nässe, und alle Räume verrathen Schimmelgeruch.

Zweites Capitel.

Hygienische Untersuchung des Bodens.

Mit Rücksicht auf die erörterten Beziehungen des Bodens zur Gesundheit des Menschen hat eine erschöpfende Bodenuntersuchung, so weit sie hygienische Fragen klären soll, Folgendes in's Auge zu fassen: 1. Die Configuration der Oberfläche. 2. Die Menge und Art der Vegetation. 3. Die Bodenschichten, ihre Mächtigkeit, Tiefe, ihren geognostischen Bestand. 4. Das Porenvolum des Bodens. 5. Die Bodenfeuchtigkeit und das Bodenwasser. 6. Die Bodenwärme. 7. Die Bodengase, und 8. die chemische Zusammensetzung des Bodens.

Beurtheilung der Configuration, Vegetation und geognostischen Beschaffenheit des Bodens.

Die Configuration der Oberfläche lässt sich am besten beurtheilen, wenn hierüber genaue Niveaupläne mit Horizontalcurven angelegt werden. Für die Beurtheilung des geognostischen Bestandes, des felsigen und steinigen Bodens sind die entsprechenden mineralogischen und geologischen, für die Beurtheilung der Vegetation die betreffenden botanischen Kenntnisse nöthig.

In hygienischer Beziehung ist am wichtigsten die Untersuchung der lockeren, erdigen Bodenarten, welche auf den festen Gesteinen aufliegen, den grössten Theil der Erdoberfläche bilden und vielfach den Untergrund der Wohnungen darstellen. Wo die Beschaffenheit des Bodens in verschiedener Tiefe wechselt, wird es unter Umständen nöthig sein, den verschiedenen Schichten Proben zur Untersuchung zu entnehmen.

Bestimmung des Porenvolums des Bodens.

Porosität des Bodens wurde früher häufig mit Durchlässigkeit des Bodens identificirt. Später unterschied man beide; man bezeichnete mit Porosität nur das relative Volumen der gesammten, in irgend einem Bodenraume enthaltenen, mit Wasser oder Luft gefüllten Zwischenräume, und man erkannte, dass die Durchlässigkeit des Bodens wesentlich abhängig ist von der Grösse der einzelnen Poren und in zweiter Linie erst von dem gesammten Porenvolum. Es können demnach bei gleicher Porosität verschiedene Bodenarten mehr oder weniger für Wasser durchgängig sein, das heisst, das einmal aufgenommene Wasser mehr oder weniger rasch nach unten ablaufen lassen. Die Durchlässigkeit hängt wesentlich von der Grösse der Poren und von der Anziehungskraft des Bodens

für Wasser ab, die Porosität aber wird durch die Summe der Poren bedingt.

Das Porenvolum kann bestimmt werden, indem man einem gewissen Maasse (1 Liter) von bei 100° C. getrocknetem Boden so viel Wasser zusetzt, bis alle Poren ausgefüllt sind. Das verbrauchte Wasservolum zeigt die Porenmenge des zur Untersuchung genommenen Bodenvolums direct an.

Dieses Verfahren leidet an einer wesentlichen Fehlerquelle, die darin besteht, dass die lufthaltigen Poren oft durch sehr enge Oeffnungen mit einander communiciren, welche das schwer bewegliche Wasser nicht passirt, sondern verschliesst; auf solche Weise wird ein gewisser Theil Luft in den Poren abgesperrt und das verbrauchte Wasser ergibt immer nur die Porenmenge minus den mit Luft gefüllten, ganz wechselnd grossen Antheil. Renk empfiehlt deshalb, das Volum des Bodens vorher zu messen, denselben dann in ein Messgefäss mit Wasser zu schütten, um durch die Zunahme des Wassers das Volum der festen Menge des Bodens zu erkennen.

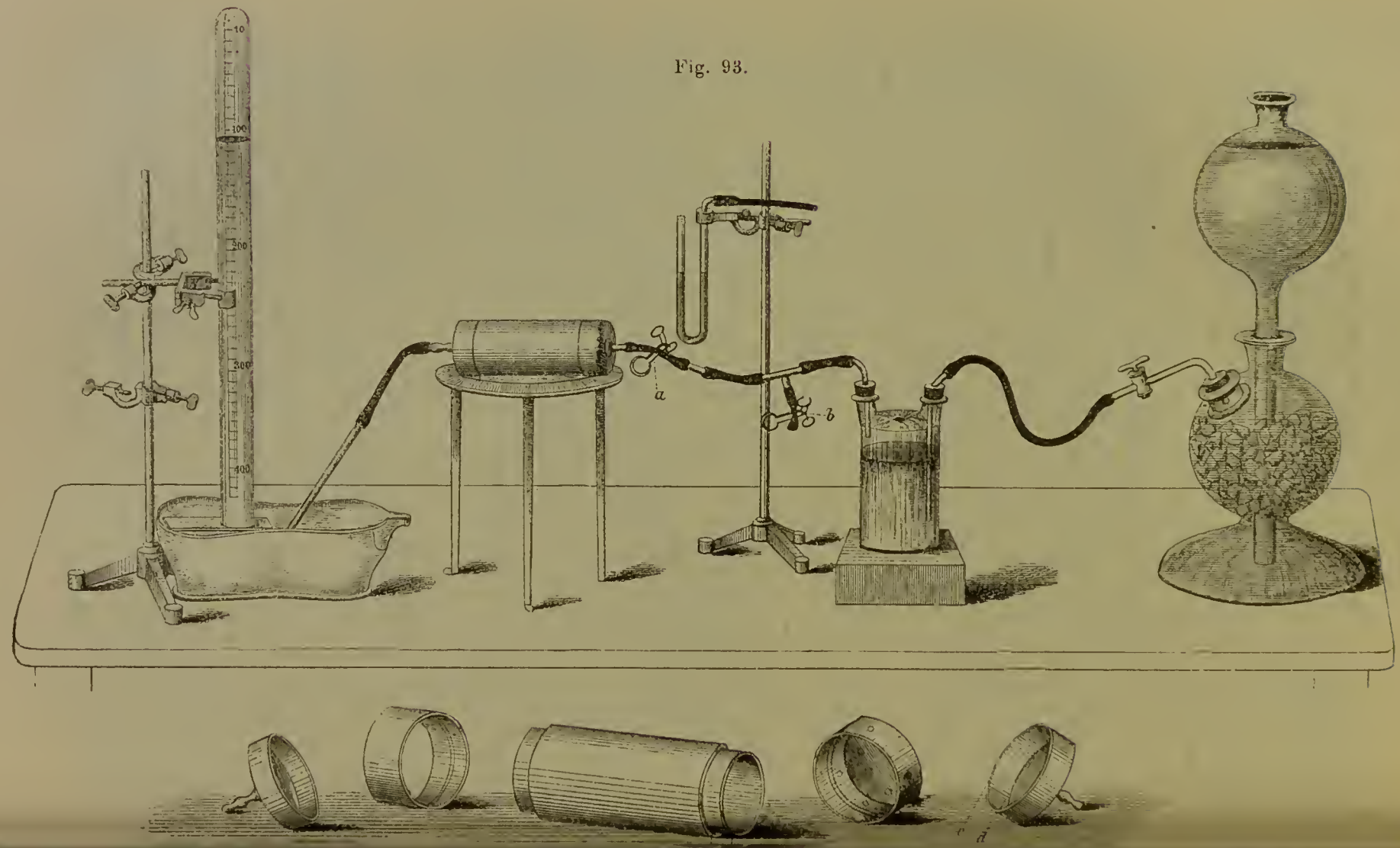
Anders geht Flügge*) vor. Er bestimmt das Porenvolum, indem er zur Ausfüllung der Poren und zum Vertreiben der darin enthaltenen Luft Kohlensäure oder ein anderes Gas benützt, das eine mehrere hundertmal leichtere Beweglichkeit besitzt als Wasser. Zugleich hat er, was als ein besonderer Vorzug seiner Methode bezeichnet werden muss, seinen Apparat so construirt, dass er den Boden in seiner natürlichen Lagerung untersuchen kann.

Sein Apparat (Fig. 93) besteht aus einem Messingcylinder von 400 bis 500 Cubik-Centimeter Inhalt. Die beiden Deckel, die je ein durchbohrtes Ansatzrohr tragen, sind genau so hoch, dass bei vollständigem Schluss die Deckelplatten unmittelbar auf der inneren Cylinderwand aufliegen; *a b* ist so lang wie *c d*. Das Mittelstück kann aber ausserdem mit 2 anderen Ansätzen versehen werden, die beide um 1 Centimeter über den inneren Rand herausragen; der eine davon ist offen und zugeschärft, der andere bildet einen Deckel, der oben ein paar Oeffnungen (zum Entweichen der Luft) trägt.

Soll Boden zur Untersuchung entnommen werden, so wird der Cylinder zunächst mit den beiden letztgenannten Ansätzen versehen, das zugeschärfte offene Ende auf den Boden aufgesetzt und der Apparat dann durch gleichmässige Schläge mit einem Holzhammer in den Boden eingetrieben, bis letzterer in den Oeffnungen des oberen Deckels sichtbar wird. Der Apparat wird nun herausgegraben und dann zuerst der obere Deckel abgenommen (am besten mit Hilfe einer Art Schlüssel, der in die Deckelöffnungen einfasst). Der eingehüllte Boden ragt alsdann mit unregelmässiger Oberfläche ungefähr 1 Centimeter über den Rand des Cylinders heraus; man ebnet mit einem Spatel die Oberfläche, so dass dieselbe genau mit dem Cylinderrand abschneidet und setzt dann den zugehörigen, mit Ansatzrohr versehenen Deckel auf; derselbe wird durch einen Kautschukring luftdicht mit der Röhre verbunden. Der Apparat wird

*) Flügge, Beiträge zur Hygiene, Leipzig 1879. S. 60.

Fig. 93.



umgekehrt, das untere zugeschärfte Rohr abgenommen, wiederum eine ebene Oberfläche hergestellt und dann auch an diesem Ende in gleicher Art wie früher verschlossen.

Die Deckel müssen gut gearbeitet und vor dem Versuch eingefettet sein, damit sie vollkommen luftdicht schliessen. Man überzeugt sich zunächst hievon durch eine Probe mit dem Manometer, und alsdann wird der Apparat mit Boden gewogen. Man verbindet nun die Röhre mittelst Kautschuksehläuchen einerseits mit einem gewöhnlichen Kohlensäure-Entwicklungsapparat, andererseits mit einem grösseren Gasmessrohre, das mit Kalilauge von 1·3 specifischem Gewicht gefüllt ist und in einer Wanne mit Kalilauge steht. Zunächst ist die Verbindung mit dem Kohlensäureapparat noch durch einen Quetschhahn (*a*) abgesperrt; man öffnet dann den Hahn des Kohlensäure-Apparates und lässt zunächst die im Apparat in der Waschflasche und in den Glasröhren enthaltene Luft durch die entwickelte Kohlensäure austreiben. Am einfachsten geschieht dies durch Einschaltung eines T-Stückes vor dem Quetschhahn *a*, dessen Aussenschenkel durch einen zweiten Quetschhahn beliebig geschlossen und geöffnet werden kann.

Hat ein lebhafter Kohlensäurestrom mehrere Minuten die Waschflasche passirt, so schliesst man *b* und öffnet bei *a*; die Kohlensäure strömt nun durch den Apparat, mischt sich mit der Luft des Bodens und führt dieselbe in die Messröhre.

Nachdem man den Strom hinlänglich lang in wechselnder Stärke hat gehen lassen, löst man die Kautschukverbindungen und, während man die vollständige Absorption der in der Messröhre enthaltenen Kohlensäure durch die Kalilauge abwartet, versieht man den Boden auf's Neue mit atmosphärischer Luft, um den Versuch wiederholen zu können. Zu dem Zweeke verbindet man die Röhre mit einem Aspirator und lässt ungefähr $^1/_4$ Stunde lang Luft durchstreichen. Um die Verdunstung von Wasser dabei zu verhüten, schaltet man vor die Versuchsröhre ein mit Bimsstein und Wasser gefülltes Gefäss ein.

Hat die Kalilauge im Messrohre sich zu einem stabilen Stande eingestellt, so liest man deren Stand unter den bei Gasmessungen üblichen Cautelen ab und berechnet das abgelesene Gasvolum unter Berücksichtigung des Barometerstandes, der Temperatur und der Tension (siehe Seite 99). Die Luft des Glas- und Kautschukrohres, welches die Versuchsröhre und den Eudiometer verbindet, kann man entweder durch Kalilauge vorsichtig ersetzen oder aber, was praktischer ist, man lässt sie mit der Messröhre eintreiben und zieht ihr vorher bestimmtes Volumen von dem abgelesenen Volumen ab.

Die Methode ist sehr genau und gibt rasche und sichere Resultate.

Flügge hat mit seinem Apparate das Porenvolum verschiedener Bodenarten bestimmt und gefunden:

Sandboden in 1·2 Meter Tiefe, seit 15 Jahren aufgeschüttet	43·1%
Gartenerde in 0·5 Meter Tiefe	46·1%

Sandboden in 5 Meter Tiefe, gewachsener Boden, 0·3 Meter über dem Grundwasser . . . . . 35·5%
Sandiger Lehm, gewachsener Boden . . . . . 32·7%

Untersuchung der Bodenfeuchtigkeit und des Grundwassers.

Betreffs des Bodenwassers müssen wir drei Kategorien desselben unterscheiden und zwar *a*) das Grundwasser, *b*) das nach stattgefundener Durchfeuchtung aus den Bodenbestandtheilen bindbare Wasser und *c*) den Feuchtigkeitsgehalt der Bodenluft.

Ad a) Die chemische Qualität des Grundwassers wird in der Art bestimmt, wie dies bei der Wasseruntersuchung erörtert wurde.

Weiter ist, wie aus der vorausgegangenen Erörterung hervorgeht, die Bestimmung des örtlichen Standes und die Grösse der Bewegung des Grundwassers von Wichtigkeit. Ein Bild hierüber lässt sich durch systematisch fortgesetzte und vergleichende Grundwasserstands-Messungen gewinnen. Zu Grundwasser-Beobachtungen eignen sich aber nur solche Brunnen, deren Niveau von der Menge des örtlichen Niederschlages abhängt; Brunnen, deren Wasserstands-Veränderungen ganz oder zum Theile auch noch aus anderen Ursachen erfolgten, sind für die Grundwasser-Beobachtungen nicht brauchbar.

Die Bewegungen des Grundwassers theilen sich in vertical auf- und absteigende Grundwasser-Schwankungen und in dem Fallwinkel und der Wassermenge entsprechende Grundwasser-Geschwindigkeit.

Die Geschwindigkeit der Grundwasser-Bewegung kann aus den Schwankungen von zwei in demselben Strömungsstrich liegenden Wasserspiegeln bestimmt werden: steigt der obere Wasserspiegel, so wird, wenn sich der entsprechende Wellenberg nach einiger Zeit auch in dem unterhalb liegenden Wasserspiegel zeigt, die Entfernung der Brunnen im Zusammenhalt mit der Zeit ein Maass für die Geschwindigkeit des Wasserstromes bieten.

Das unterirdische Grundwasser bewegt sich ebenso wie die sichtbaren oberirdischen Bäche und Flüsse, dem Gesetze der Schwere folgend, von höher gelegenen den tieferen Stellen zu. Doch ist die Geschwindigkeit, mit welcher das Grundwasser unterirdisch fliesst, von der Durchlässigkeit der wasserführenden Schicht, von der Fallrichtung und Neigung der wasserundurchlässigen Grundwassersohle, sowie von der Höhe des Grundwasserstandes abhängig und selbstverständlich wegen der grösseren Reibung eine geringe. Die wasserführenden Schichten sind meist Kies, Geröll, Sand, mitunter auch Kreide. Die wasserundurchlässige Schicht wird durch Thon oder Mergel (Flinz) oder durch felsiges Gestein gebildet.

In den Flussthälern zieht in der Regel das Untergrundwasser von den Thalrändern zum Flusse, der den tiefsten Punkt der Thalrinne zu bilden pflegt. Hiedurch erklärt es sich, warum manche Flüsse auch ohne sichtbare Zuflüsse an Wassermasse zunehmen können. Die Richtung, welche das Grundwasser bei seinem Fliessen zum

tiefsten Punkt nimmt, hängt von der Abdachung der wasserdichten Unterlage, auf der es fliesst, ab.

Die wasserundurchlässige Schicht, auf welcher das Grundwasser angesammelt ist, zeigt sehr häufig Erhöhungen und Vertiefungen, welche nicht immer der Erdoberfläche parallel gehen. Senkt sich die wasserundurchlässige Schicht weit unter die Erdoberfläche, so wird man erst bei einer tiefen Bohrung auf Grundwasser kommen. Es wird also begreiflich, dass man selbst in dem Falle, als der Grundwasserspiegel ein vollkommen horizontaler wäre, bei den wechselnden Niveauverhältnissen der Bodenoberfläche nicht in gleicher Tiefe auf Grundwasser stösst.

Die Faltungen und Erhebungen, welche die wasserundurchlässige Schicht stellenweise bildet, müssen begreiflicherweise auf die Geschwindigkeit, mit der sich das Grundwasser zu dem Flusse oder überhaupt zu dem tiefsten Punkte bewegt, von Einfluss sein. Es kann angenommen werden, dass das Grundwasser durch unterirdische Erhöhungen Aufstauungen erfährt, in muldenförmigen Vertiefungen sich teichartig ansammelt und unter diesen Verhältnissen langsam sich bewegt, während es auf stark geneigten Stellen mit grosser Geschwindigkeit weiterströmt. Beim Sinken des Grundwassers werden namentlich die Ränder und viele Erhöhungen des Grundwasserbodens, über welche es bei hohem Stande ungehindert hinwegfliesst, trocken gelegt, während in muldenförmigen Vertiefungen der Boden noch immer Wasser führt. Daher erklärt es sich, dass nahe beieinander liegende, in dasselbe Grundwasser dringende Brunnen Schwankungen des Grundwasserstandes zeigen, die in gewissen Zeiten recht beträchtlich sind.

Unter gewissen zeitlichen und örtlichen Verhältnissen wird die sonst regelmässige Strömungsrichtung des Grundwassers nach dem Flusse geändert. Es ist dies häufig dann der Fall, wenn bei Hochwasser der Fluss rascher als das Grundwasser über seinen gewöhnlichen Stand steigt. Die grosse Wassermasse des Flusses wirkt stauend auf das Grundwasser, dessen Abfluss in den Fluss dann gehemmt oder gänzlich aufgehoben wird. Sind die Flussufer flach und wächst der Druck des Flusswassers, so wird der Widerstand, welchen Kies und Grundwasser entgegensetzten, überwunden und Flusswasser dringt in den Boden und das Grundwasser ein. Wie weit in solchen Fällen das Flusswasser dringen kann, ist bis jetzt nicht genügend aufgeklärt.

Zum Messen der Höhe des Grundwassers dient der Grundwasser-Messer.

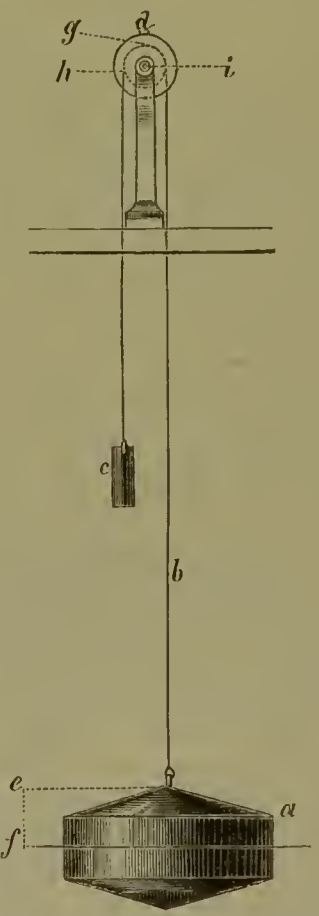
Dieser in den Fig. 94 u. 95 skizzirte Apparat besteht aus einem Schwimmer (*a*), verbunden mit einem, über eine Rolle laufenden gefirnissten Messbande (*b*), an dessen Ende sich ein Gegengewicht (*c*) befindet. Der Schwimmer ist ein Hohlgefäss aus verzinktem Eisenblech, welches in der Weise tarirt werden muss, dass bei gleichzeitiger Wirkung des Gegengewichtes der Schwimmer bis zur Mitte des cylindrischen Theiles eintaucht. Die Rolle wird von einem eisernen Ständer getragen. Der (bei *d*) angebrachte Zeiger weist auf den

Theilstrich des Messbandes, welcher die Höhe des Grundwassers angibt und abgelesen werden soll. Rolle und Zeiger schützt ein Gehäuse von Eisenblech gegen Beschädigung.

Der Grundwasser-Messer wird an einer passenden Stelle der Brunnendecke oder bei offenen Brunnen an einem besonderen hölzernen Einbau mit Schrauben befestigt. Bei der Wahl der Oertlichkeit und bei der näheren Bestimmung der Aufstellungsart ist zu berücksichtigen, dass sowohl der Schwimmer, als auch das Messband bei jedem Wasserstande an der gewählten Stelle freies Spiel haben müssen, dass also beispielsweise bei Pumpbrunnen es mit-

Fig. 94.

Fig. 95.



unter nothwendig ist, die Rohrstützen entsprechend zu versetzen, während bei Ziehbrunnen der Schwimmer und das Messband nur durch ein Lattengitter oder durch eine Versehalung gesichert werden können.

Sind die nöthigen Vorbereitungen an der Brunnendecke beendet, so wird der Grundwasser-Messer, beziehungsweise der zum Tragen des Messbandes bestimmte eiserne Ständer zur Stelle gebracht, und zunächst erhoben, welche Länge das Messband haben muss. Zu diesem Behufe wird gemessen: 1. die Tiefe des Brunnens (Entfernung der Brunnensohle vom natürlichen Boden), und 2. wie hoch über dem natürlichen Boden der höchste Punkt der Kette sich befindet.

Die Ergebnisse dieser Messungen werden addirt und der Summe 3 Centimeter zugeschlagen wegen des Umstandes, dass das über die Rolle gleitende Messband auf dem $^1/_4$ Kreisbogen *gh* einen Weg beschreibt, der um 3 Centimeter länger ist, als die senkrechte Linie *g i*. Dagegen müssen 8 Centimeter abgezogen werden, nämlich die Länge jenes Theiles des Schwimmers, welcher über die Tara-Linie (*ef*) hervorragt.

Die in dieser Weise festgestellte Dimension ist massgebend für die Länge des Messbandes, beziehungsweise für dessen Verkürzung oder Verlängerung. Beträgt beispielsweise die festgestellte Entfernung weniger als 10 Meter, so muss das Band entsprechend verkürzt werden. Sollte die ermittelte Entfernung mehr als 10 Meter betragen, so ist das Fehlende durch ein Drahtseil oder durch eine ○—○ Kette von entsprechend starken Drahtstäben zu ergänzen. In diesem letzteren Falle muss das „Gegengewicht" um das Gewicht der Drahtseil- oder Drahtstäbe-Verlängerung vermehrt werden, weil sonst die Tarirung des Schwimmers verrückt und unrichtig gemessen werden würde.

Nach beendeter Ermittlung der richtigen Länge des Messbandes und Durchführung der nothwendigen Verkürzung oder Verlängerung wird an jenen Theil des Messbandes, wo sich der Nullpunkt befindet, das Gegengewicht, an das entgegengesetzte Ende der Schwimmer mittelst Messingdraht befestigt, der Schwimmer langsam in den Brunnen hinabgesenkt, und wenn er den Wasserspiegel erreicht hat, das Messband auf die Rolle gelegt und das Gegengewicht in den Brunnen hinabgelassen. Der Zeiger muss nun am Messbande die Höhe des im Brunnen befindlichen Wassers genau anzeigen, und damit bei jeder Aenderung des Wasserstandes fortfahren.

Ad b) Die Absorptionsfähigkeit für Wasser ist nach der Zusammensetzung des Bodens sehr verschieden. Ein Cubikfuss losen Sandes nimmt etwa 8 Liter Wasser, Kreide etwa 13 bis 17% seines Volums Wasser auf.

Die wasserhaltende Kraft der Erde, bezogen auf ein gewisses Gewicht derselben, wird gefunden, wenn man etwa 200 Gramm auf einen Glastrichter bringt, der am unteren Theile des Kegels mit lockerer Baumwolle leicht verschlossen ist, Wasser darauf schüttet, so dass die Erde sich ganz durchnetzen kann, den Trichter mit einer Glasscheibe bedeckt und nachdem kein Wasser mehr abtropft, einige Löffel der Erde auf die Wage bringt, abwägt und sodann die Erde anfangs bei mässiger Wärme, später bei 150° C. im Luftbade trocknet, bis keine Gewichtsabnahme stattfindet. Die Differenz der beiden Wägungen entspricht der Menge von Wasser, welche das bei der zweiten Wägung gefundene Gewicht der trockenen Erde aufgenommen hat.

Ad c) Zu einer bequemen und genauen Bestimmung der Feuchtigkeit der Bodenluft haben wir bis jetzt noch keine tadellosen Instrumente. Pfeiffer*) empfiehlt zur Ausführung von

*) Pfeiffer, Modificirtes Daniell'sches Hygrometer. Ztschr. f. Biol. IX. 2. 1873.

Bodenluftfeuchtigkeits-Bestimmungen einen modificirten Daniell schen Hygrometer. Durch Verdampfung von Aether wird die aspirirte Bodenluft abgekühlt, der Thaupunkt beobachtet und daraus die Menge des Wasserdampfes in der Bodenluft mit Hilfe der Thaupunkt-Tabelle gefunden.

Dieser Apparat arbeitet, abgesehen von den Mängeln aller Daniell'schen Hygrometer, dadurch unverlässlich, dass, sobald die äussere Luft oder die oberen Bodenschichten etwas kühler sind als die zu untersuchende Bodenluft, die Gefahr vorliegt, dass an den kalten Stellen der Zuleitungsröhre sich Wasserdampf condensirt.

Man wendet weiter zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes der Bodenluft Aspiration durch gewogene Chlorcalciumröhren an und bestimmt die Wassermenge aus deren Gewichtszunahme nach dem Durchstreichen einer gemessenen Menge Bodenluft. Nur wenn die Chlorcalciumröhren tief unten im Boden, an der Stelle, von wo die Bodenluft genommen werden soll (was durch Einbohren eiserner, unten durchlöcherter Bodenröhren erreichbar ist), angebracht werden, wird der sonst, namentlich zur kalten Jahreszeit unvermeidliche Fehler vermieden, der durch Condensation des Wassers der Bodenluft an den kalten Stellen der Röhrenleitung sich ergibt. Auch ist es besser, zu allen Feuchtigkeits-Bestimmungen statt Chlorcalcium concentrirte Schwefelsäure, oder, wo dieses nicht geht, mit Schwefelsäure getränkten Bimsstein zu verwenden, da bekanntlich Chlorcalcium nicht so sicher allen Wasserdampf aufnimmt als Schwefelsäure.

Es ist zweckmässig, die Wasserdunstmenge der Bodenluft so anzugeben, dass sie die Procente von jener Menge veranschaulicht, welche die Bodenluft bei der obwaltenden Temperatur im Maximum überhaupt in sich aufnehmen kann, also den relativen Feuchtigkeitsgehalt der Bodenluft. Mit Rücksicht hierauf ist es unerlässlich, dass zugleich mit der Bodenfeuchtigkeits-Bestimmung auch die Bodentemperatur gemessen werde.

Der relative Feuchtigkeitsgehalt in den von Fodor untersuchten Bodenarten schwankte zwischen 63 bis 100%. Nach Fleck ist dagegen die Grundluft schon in geringer Tiefe stets mit Feuchtigkeit gesättigt und deshalb die directe Bestimmung der Bodenfeuchtigkeit überflüssig, sobald Bodentemperaturs-Beobachtungen angestellt wurden.

Fleck*) hebt hervor, dass auch in den höheren Bodenschichten der Feuchtigkeitsgehalt der Grundluft selbst dann ein bedeutender sei, wenn die Sonne lange den Boden beschienen habe. Denn wo ein für die Atmosphäre durchlässiger Boden auftritt, da ist derselbe auch in Folge der auf ihn wirkenden Athmosphärilien in dem Grade feucht, dass die in demselben vertheilte und sich langsam auf- und abbewegende Luft jederzeit mit Wasserdampf gesättigt bleiben muss und mit diesem gesättigt auftritt.

*) Fleck, 4. und 5. Jahresbericht. Dresden 1876. S. 34.

Es könne deshalb die ohnehin genaue Resultate nicht liefernde Feuchtigkeitsbestimmung der Bodenluft umgangen und an deren Stelle die schnelle und sichere Methode der Thermometrie des Bodens angewendet werden.

Fleck führt aus, dass die gefundene Gesetzmässigkeit zwischen Bodentemperatur und Bodenfeuchtigkeit von grossem Werthe ist. Sie erklärt den hohen Feuchtigkeitsgehalt der Wohnungs-Atmosphäre tiefliegender Räume und lässt überall da das Auftreten einer wasserdampfreichen Zimmer-Atmosphäre erwarten, wo in Souterrain-Wohnungen Menschen längere Zeit sich aufhalten.

Die Bodenfeuchtigkeit ist ferner auch als ein Absorptionsmittel in Wasser löslicher Bodengase von grösster Wichtigkeit. Das Bodenwasser hält einen sehr bedeutenden Theil nach der Oberfläche diffundirender Bodenbestandtheile zurück, und ist z. B. die Abnahme der Kohlensäure und des Ammoniaks in der Bodenluft höherer Bodenschichten nicht allein auf eine Vermehrung der Diffusion, sondern vielmehr auf eine absorbirende Wirkung der Bodenfeuchtigkeit für die Kohlensäure und das Ammoniak der Bodengase zurückzuführen.

Untersuchung der Gase im Boden.

Behufs Untersuchung der Bodengase wird nach Pettenkofer an der zu untersuchenden Stelle ein Schacht von 5 bis 6 Meter Tiefe ausgehoben, in denselben in verschiedener Tiefe eine Anzahl von Bleiröhren, die einen Durchmesser von etwa 10 Millimeter haben, eingesenkt, hierauf der Schacht mit demselben Erdreich wieder gefüllt und die Röhren mit Aspiratoren in Verbindung gebracht.

Da bei dieser Methode ein starkes Aufwühlen des Bodens stattfindet und die Schichtung und Dichtigkeit derselben möglicherweise nicht unbedeutend geändert wird, benützt Fodor*) zu Bodengas-Untersuchungen Gasröhren. Am unteren Ende einer jeden Röhre wird eine eiserne Spitze angeschraubt, um im Erdreich besser vordringen zu können; dicht daneben wird die Röhre angebohrt, um durch die so entstandene Oeffnung die Bodenluft durch Aspiration einströmen zu lassen. Die Oeffnung wird mit einem Drahtnetz bedeckt, um die Verstopfung derselben zu verhüten.

Bei Untersuchung der Bodenluft wurde gefunden: Stickstoff, Sauerstoff, Kohlensäure, Ammoniak und Schwefelwasserstoff.

Die Menge des Ammoniaks in der Bodenluft ist stets eine sehr kleine. Sie wurde von Fodor in 100 Liter Luft zwischen 0·000048 bis 0·000082 Gramm gefunden. Selbstverständlich ist im Bodengas das Ammoniak als kohlensaures Ammon enthalten.

Die Untersuchung der Bodengase auf Ammon wird nach Fodor in der Weise vorgenommen, dass man ammoniakfreies Wasser mit ammoniakfreier Salzsäure versetzt und durch dieses Gemisch etwa 50 bis 100 Liter Bodenluft hindurch aspirirt, jedoch auf die Art, dass das salzsäurehaltige Wasser mittelst einer engen Glasröhre

*) Fodor, Vierteljschr. f. öffentl. Gsdhtspflege. 1875. S. 205.

in die in den Boden eingesenkten eisernen Röhren bis an deren unterstes Ende heruntergelassen wird. Das so gebundene Ammoniak wird mit Nessler's Flüssigkeit und mit Chlorammonlösung titrirt. Selbst die geringsten Mengen lassen sich in dieser Art nachweisen.

Vergleichende Bestimmungen des Gehaltes der Bodengase an Ammoniak sind bis jetzt nur spärlich gemacht worden, was zu bedauern ist, weil diese Untersuchungen unsere Kenntnisse der Bodenverhältnisse sehr fördern könnten. Durch die Verwesung organischer, stickstoffhaltiger Körper im Boden bildet sich sowohl Salpetersäure als auch Ammoniak. Die Bildung von Ammoniak setzt immer voraus, dass die Oxydation der im Boden befindlichen oxydirbaren, stickstoffhaltigen Stoffe gehemmt ist, dass also auch die chemische Zersetzung der organischen Verunreinigungsstoffe anders geartet sein kann als in anderen Böden, welche der Luft genügenden Zutritt gestatten.

Schwefelwasserstoff wird nicht in jedem Boden gefunden.

Die Kohlensäure-Bestimmung wird nach Pettenkofer in der Weise vorgenommen, dass mittelst Aspiration eine bestimmte Menge Bodenluft durch eine gemessene Menge titrirter Barytlösung geleitet wird. (Siehe Seite 115.)

Die Kohlensäure entwickelt sich im Boden durch die Oxydirung der kohlenstoffhaltigen organischen Stoffe. Dennoch kann die Menge der Kohlensäure nicht als Kriterium benützt werden, um daraus auf den Grad der Verunreinigung des Bodens oder auf die Lebhaftigkeit der Vorgänge bei den Zersetzungen schliessen zu können.

Smolensky's**) Bodengas-Untersuchungen ergaben als Resultat, dass in einem scheinbar gleichmässig verunreinigten Boden der Kohlensäuregehalt nahe beisammenliegender Versuchsstellen stark differirt.

Die Menge der Kohlensäure im Boden ist vielmehr von einer Reihe von Factoren abhängig. In erster Linie kommt hiebei die Diffusion der Bodenluft, überhaupt die Lüftung des Bodens in Betracht. Diese aber hängt ab einerseits von der Permeabilität desselben und von der Tiefe der Bodenschicht, dem das Bodengas entnommen wird, andererseits auch vom Barometerstand, vom Wind und Regenfall. Unter sonst gleichen Verhältnissen findet man die Kohlensäuremenge um so grösser, je dichter der Boden und je tiefer der Ort der Gasentnahme ist. Bei bezüglich der Durchlässigkeit und Tiefe gleichen Bodenarten und bei gleichen auf die zeitliche Schwankung der Kohlensäure Einfluss nehmenden äusseren Verhältnissen wird man aber wohl annehmen können, dass der verunreinigte Boden einen grösseren Kohlensäuregehalt aufweist, als der reinere.

Hiefür sprechen die weiteren Versuche Smolensky's, welche darthun, dass die Kohlensäuremengen im Boden von notorischen Stätten der Verunreinigung viel grösser sind als jene, die bei Untersuchung normalen Bodens gefunden wurden.

**) Smolensky, Ueber den Kohlensäuregehalt der Grundluft. Ztschr. f. Biol. 13. S. 390.

Bodengas-Untersuchungen, bei denen man innerhalb einer Tiefe von 4 Metern das Bodengas entnahm, ergaben im Durchschnitt einen Kohlensäuregehalt von 2·54%. Die Einzelnbestimmungen lieferten weit auseinander gehende Kohlensäuremengen, die von 14% bis zu 0·20% variirten.

Zur Bestimmung des Sauerstoffes in der Bodenluft wird am besten das von Liebig angegebene Verfahren gewählt, welches auf der Absorption des Sauerstoffes durch eine alkalische Lösung von Pyrogallussäure beruht (Seite 96).

Die bisher gemachten Sauerstoff-Bestimmungen der Bodenluft beweisen, dass dieselbe weniger Sauerstoff enthält als die atmosphärische Luft und in manchen Fällen beträchtlich weniger. Bei Bodengas-Analysen fand man nahezu regelmässig, dass der Zunahme des Kohlensäuregehaltes eine Abnahme des Sauerstoffgehaltes im Vergleich mit der freien Luft entspricht und zwar so, dass die Summe beider dem mittleren Sauerstoffgehalt der äusseren Atmosphäre ziemlich gleichkommt. So fand Fodor bei einem Kohlensäuregehalt von 13·8% und 12·9% in einer Tiefe von 4 Meter 7·4% und 9·7% Sauerstoff. Diese Versuche lehren, dass die Bodenluft schon in geringer Tiefe so sehr arm an Sauerstoff (7·4%) sein kann, dass sie absolut unfähig wäre, auf die Dauer das Leben zu erhalten. Bedenkt man, dass die Kellerwohnungen sehr oft bis 4 Meter tief in den Boden hineinragen, dass die Bodenluft durch die in solchen Localitäten befindliche Wärme aspirirt wird, so wird man nicht zweifeln, dass Kellerwohnungen durch die Bodenluft mit mancherlei gesundheitsgefährdenden Momenten verknüpft sind.

Untersuchung der Bodentemperatur.

Zu Beobachtungen der Bodentemperatur stehen zwei Wege offen. Es werden entweder Thermometer von einer Länge, die grösser ist als die Tiefe der Erdschicht, deren Temperatur bestimmt werden soll, eingesenkt und dann die Temperatur in unveränderter Stellung abgelesen oder aber es werden träge gemachte Thermometer in den Boden eingeführt und jedesmal behufs Ablesung gehoben.

Für die erstere Methode der Bodenwärmemessung bedient man sich der Thermometer, bei denen das cylindrische Quecksilbergefäss bis in jene Tiefen eingesenkt werden kann, deren Wärme man bestimmen will. Diese Thermometer sind bis zur Scala in ein Kupferrohr gefasst; der obere Theil ist aus Messing; am Ende des Kupferrohres ist eine Erdschraube angebracht, wodurch das ganze Thermometer mittelst eines Schlüssels leicht in jede beliebige Tiefe gebohrt werden kann (Fig. 96). Das im unteren Ende des Kupferrohres befindliche Quecksilbergefäss ist gegen Bruch und Feuchtigkeit vollkommen geschützt. Zum Schutze des

Fig. 96.

Quecksilbergefässes ist ein geschlossener Korb angebracht, der Raum zwischen Queeksilbergefäss und Korb ist mit feinen, Wärme rasch leitenden Kupferfeilspänen ausgefüllt. Statt Quecksilber-Thermometer wendet man auch ähnlich construirte Alkohol-Thermometer an.

Als Beispiel der zweiten Methode der Bodenwärmemessung sei Pfeiffer's*) Apparat angeführt: In mittelst Erdbohrer gebohrte Löcher von 2 Zoll Durchmesser sind Zinkröhren eingelassen. Diese Zinkröhren sind fest mit Holz gefüttert. In das untere Ende dieser Röhren werden mittelst Stangen die Thermometer eingeführt. Zur Vermeidung der Luftcirculation im Innern der Röhren sind die Stangen in Entfernung von 2 bis 3 Fuss mit Wülsten von Werg umwickelt. Die Thermometer, in $^1/_5$ Grade auf Porzellan getheilt, sind durch Umhüllung der Kugeln mit Werg und Talg unempfindlich gemacht und stehen in dem Rohre in einer $^1/_6$ Meter hohen Glycerinschicht. Das Rohr wird oben durch eine kegelförmige Verdickung der Stange vollständig verschlossen und mit einer Strohdecke versehen. Noch unempfindlicher werden die Thermometer durch Paraffin-Ueberzug; sie weisen die im Boden angenommene Temperatur noch nach 3 Minuten unverändert an.

Im Ganzen folgt der Boden den Veränderungen der Luftwärme nur langsam. Die Wärme braucht ungefähr einen Monat, um eine Sandbodenschicht von 1·8 Metern zu durchdringen; in eine Tiefe von 11 Metern gelangt sie erst nach einem halben Jahre, so dass hier die niedrigste Temperatur eintritt, wenn die Luft ihre höchste Wärme erreicht hat.

Die Differenz zwischen Bodentemperatur und Lufttemperatur bedingt die Grösse der Diffusion der Bodengase in vorwiegendem Grade, wenn auch nicht ausschliesslich, und es ist demnach von Wichtigkeit, beide letzteren Werthe kennen zu lernen, um für die Grundluft-Strömungen einen ungefähren Maassstab zu erlangen. Die hierüber von Fleck**) im Jahre 1873 angestellten, aus der nebenstehenden Tabelle ersichtlichen Versuche lehren, dass die Sommermonate im Allgemeinen eine nur etwas höhere Lufttemperatur bieten, als jene ist, welche die Grundluft aufweist, dass aber in der übrigen Zeit des Jahres, hauptsächlich in den Monaten October, November, December, Januar und Februar, die Temperatur der äusseren Atmosphäre von der der Bodenluft so abweichend sich gestaltet, dass in dieser Zeit die bedeutendsten Diffusionswirkungen beider Luftschichten zur Geltung kommen müssen.

Aus nebenstehender Tabelle lässt sich folgern, dass die Temperatur-Schwankungen mit der Tiefe abnehmen, dass sie von der äusseren Luftwärme zwar wesentlich, aber nicht ausschliesslich beeinflusst werden und dass sie in den tieferen Schichten stets später eintreten als in den oberen.

*) Pfeiffer, Ztschr. f. Biol. Band VII. S. 290.
**) Fleck, 4. und 5. Jahresbericht. S. 43.

	Grundluft in der Tiefe			Aeussere Luft
	6 M.	4 M.	2 M.	
Januar	11·30	9·91	6·88	— 3·12
Februar	10·48	8·58	5·30	— 0·34
März	9·81	7·61	5·29	4·35
April	9·36	7·86	10·19	7·08
Mai	9·42	9·07	10·07	10·08
Juni	9·83	10·45	13·28	16·53
Juli	10·50	12·35	16·18	19·47
August	11·54	14·23	18·09	18·45
September	12·30	15·13	17·41	13·12
October	12·75	14·64	14·84	10·68
November	12·64	13·20	11·12	5·07
December	12·01	11·28	8·01	1·41
Jahresmittel	10·99	11·19	11·39	9·08

Die Temperatur des Bodens wird von Delbrück*) mit der Entwicklung der Cholera in Verbindung gebracht. Delbrück will gefunden haben, dass im Jahre 1867 zu Halle die Cholera zu einer Periode aufhörte, wo ein plötzliches Sinken der Bodentemperatur um 2·5° C. eintrat. Diese Beobachtung ist vorerst zu vereinzelt, um daraus Folgerungen von grosser Tragweite ziehen zu können.

Chemische Untersuchung des Bodens.

Aus dem früher Erörterten geht hervor, dass nach den gegenwärtigen hygienischen Anschauungen Verunreinigung des Bodens, reichlicher Gehalt an organischer Substanz, Imprägnirung mit fäulnissfähigen Stoffen, Durchtränkung mit Abfallwässern, als eine der wesentlichen Bedingungen für die Befähigung des Bodens erklärt wird, Infectionskeime zu erzeugen oder zu vermehren.

Zur Zeit ist es aber noch nicht entschieden, durch welche analytische Mittel am geeignetsten der hier interessirende Grad der Bodenverunreinigung ermittelt wird. Vielleicht noch am besten kann der Stickstoffgehalt eines Bodens einen annähernden Aufschluss über das Maass organischer Verunreinigungen im Boden geben. Die damit combinirte Bestimmung des Glühverlustes und der Humussubstanz wird ebenfalls mancherlei verwerthbare Schlussfolgerungen zulassen. Endlich kann es auch von Nutzen sein, einen wässerigen Extract zu bereiten und in demselben Ammoniak, Salpetersäure und organische Substanzen zu bestimmen. In einzelnen Fällen (z. B. bei Untersuchung von durch Fettschmelzereien, Gerbereien, Abdeckereien verunreinigtem Boden) ist es angezeigt, einen Alkohol- oder Aether-Auszug zu bereiten und die von diesen Flüssigkeiten aufnehmbaren Stoffe wenigstens qualitativ näher zu bestimmen.

Die Bestimmung des Gesammtstickstoffes geschieht am besten nach der Methode Will Varentrapp, bei welcher aller

*) Ztschr. f. Biol. 1868. S. 242.

Stickstoff der zur Untersuchung genommenen Substanz in Ammoniak übergeführt und als solches bestimmt wird.

Die Erzeugung von Ammoniak aus dem Stickstoff organischer Substanzen erfolgt am leichtesten bei hoher Temperatur und Gegenwart wasserhaltiger, stark alkalischer Basen. Aetzalkalien allein angewendet, schmelzen allzuleicht, deshalb wendet man ein Gemenge an, das aus gebranntem Kalk (2 Theile) und Aetznatronlauge (1 Theil Natron enthaltend) durch Mengen, Eintrocknen und Erhitzen in einem hessischen Tiegel bereitet und wohlverschlossen aufbewahrt wird.

Die Verbrennungsröhre ist von schwerschmelzbarem Glas, etwa 40 Cubikmeter lang und ist an dem einen Ende zu einer feinen, scharf nach oben aufsteigenden Spitze ausgezogen (Fig. 97).

Man mengt in einem erwärmten Porzellanmörser von dem gut getrockneten Natronkalk eine solche Menge, welche etwa die Hälfte der Glasröhre füllt, mit der gepulverten, abgewogenen Bodenprobe, füllt dann, nachdem ein Asbestpfropf eingeschoben worden, in die Verbrennungsröhre etwas Natronkalk, alsdann das im Mörser gemachte Gemisch, reibt den Mörser mit einer frischen Menge Natron-Kalk sauber aus, und gibt dann noch so viel Natronkalk in das Verbrennungsrohr, dass dasselbe bis auf 6 Centimeter von der Mündung gefüllt ist und legt einen Asbestpfropf darauf. Die Röhre wird auf den Tisch aufgestossen, dass sich über der Füllung ein leerer Canal bildet. Hierauf wird das offene Ende mittelst eines dicht schliessenden Pfropfes *d* mit der Will Varentrapp'schen Vorlage, einem Kugelapparat, verbunden, in welchem sich eine abgemessene Menge titrirter Schwefelsäure oder Oxalsäure befindet (Fig. 98). Die Röhre wird in dem Verbrennungsofen allmälig zum Glühen erhitzt und darin erhalten, bis die Gasentwicklung aufgehört hat.

Fig. 97.

Nach Beendigung der Operation lässt man die Verbrennungsröhren unter dunkler Rothgluth erkalten und saugt nach vorherigem Abbrechen der Verbrennungsrohrspitze mittelst eines Kautschukschlauches, welcher an die Spitze *c* der Will Varentrapp'schen Vorlage befestigt wird, Luft durch den ganzen Apparat, wodurch alles im Rohre noch befindliche Ammoniak in die Vorlage gelangt.

Die Menge des letzteren wird durch maassanalytische Bestimmung der nicht gesättigten Säure ermittelt.

Hat man z. B. 30 Cubik-Centimeter Normalschwefelsäure in die Will Varentrapp'sche Vorlage gebracht, braucht man aber nach beendeter Operation zum Sättigen derselben nur 20 Cubik-Centimeter Normalnatron, so waren 10 Cubik-Centimeter der Schwefelsäure an Ammoniak gebunden. In einem Cubik-Centimeter Normalschwefelsäure ist aber 0·049 Gramm Schwefelsäurehydrat enthalten, in 10 Cubik-Centimeter also 0·49, diesem entsprechen 0·17 Ammoniak und 0·14 Stickstoff.

Bestimmung des Glühverlustes. Man wiegt 20—30 Gramm der getrockneten Erde ab und erhitzt in einer Platinschale über der Gas- oder Weingeistflamme, zuerst mit aufgelegtem, später mit abgenommenem Deckel, bis alle kohligen Theilchen verbrannt sind, was durch sorgfältiges Umrühren mit einem dicken Platindraht befördert wird.

Fig. 98.

Die Gewichtsabnahme, welche als Glühverlust zu notiren ist, rührt zumeist von verbrannten, organischen Theilchen, zu einem kleinen Theil aber auch von Kohlensäure her, welche beim Glühen aus den kohlensauren Kalk- und Bittersalzen entweicht. Der Betrag an Kohlensäure ist, wenn nicht allzustark erhitzt wurde, nur gering. Um jeden Fehler zu vermeiden, kann man die geglühte Masse mit einigen Tropfen einer Lösung von kohlensaurem Ammoniak befeuchten und nochmals gelinde erhitzen; wobei die alkalischen Erden sich wieder mit Kohlensäure sättigen.

Bestimmung der Humuskörper. 50 Gramm der lufttrockenen Erde werden einige Stunden lang mit Kalilauge gekocht, verdünnt, ausgewaschen, filtrirt, das Filtrat mit Salzsäure schwach sauer gemacht, die sich ausscheidenden braunen Flecken ausgewaschen, getrocknet und gewogen.

Zur Bestimmung der im Wasser löslichen Theile eines Bodens werden 1000 Gramm lufttrockenen Bodens mit 4 Liter destillirten Wassers einige Tage unter Umrühren hingestellt, hierauf die Flüssigkeit abgegossen und filtrirt. Zwei Liter dieses Filtrats, welche das im Wasser Gelöste aus 500 Gramm Erde enthalten, werden nach der bei der Wasseruntersuchung besprochenen Methode qualitativ oder quantitativ auf lösliche Bestandtheile untersucht.

Drittes Capitel.

Die öffentliche Gesundheitspflege in ihrer Fürsorge für einen gesunden Boden.

Die durch den gegenwärtigen Stand der hygienischen Forschung gewonnene Kenntniss von dem Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf die Gesundheit des Menschen macht es möglich, genau die Aufgaben zu präcisiren, welche städtische und staatliche Verwaltungen mit Rücksicht auf den Untergrund unserer Städte und bewohnten Orte zu lösen haben.

Die Trockenhaltung und Reinhaltung der von uns bewohnten Scholle von allen organischen Stoffen und Dejecten muss nicht

blos behufs Vorbeugung der Entstehung und Verbreitung von Infectionsherden, sondern, um überhaupt ein gesundes Leben und Dasein zu ermöglichen, als eine sehr wichtige Aufgabe erachtet und ihre Lösung im Interesse der Gesammtheit mit Consequenz und Ausdauer angestrebt werden.

Diese Ziele sind durch die unzulänglichen Kräfte des Einzelnen nicht erreichbar, sie können nur durch die mächtigen Hilfsmittel des Staates und der öffentlichen Verwaltung realisirt werden; sie lassen sich auch nicht durch eine oder die andere, sondern nur durch eine Reihe von zusammengehörigen, einander unterstützenden Maassregeln und Einrichtungen verwirklichen.

Als solche kommen in Betracht die Entwässerung des Bodens, die Drainage, Flussregulirung, Pflasterung, die Verhütung des Eindringens von Zersetzungsstoffen in den Boden, die zweckmässige Beseitigung der Abfälle des Haushaltes und der Industrie und die Unterbringung der Menschen- und Thierleichen.

Feuchter Boden.

Die Ursachen, welche einen Boden feucht machen, sind verschiedene.

Vor Allem kommen Sümpfe in Betracht.

Im Allgemeinen versteht man unter Sumpf einen durch Wasser so zersetzten und aufgelockerten Boden, dass er weder den Widerstand des festen Erdreiches leistet, noch einen freien Wasserspiegel darbietet. Diese Beschaffenheit gibt der ihn bedeckenden Vegetation eine besondere Form. Es entwickeln sich im Sumpfe Algen, Conferven, Binsen, Salicornien, Nymphaeeen, Umbelliferen, Ranunculaceen. Verrotten und vermodern diese Sumpfpflanzen, so entwickeln sie Buttersäure und Sumpfgas und wirken zersetzend auf die im Wasser enthaltenen schwefelsauren und phosphorsauren Salze. Bei diesen Vorgängen entsteht Schwefelwasserstoff, Phosphorwasserstoff (?), Kohlenwasserstoff neben Kohlensäure und Ammoniak. Durch solche Ausdünstungen wird die Sumpfatmosphäre auf geringere oder grössere Entfernungen übelriechend. Die Zersetzung wird durch Hitze sehr gefördert.

Es ist bereits hervorgehoben worden, dass die Malariagegenden meist ein sumpfiges Terrain haben. Auch werden ausser Malaria verschiedene andere nachtheilige Störungen der Hautthätigkeit, sowie Febris recurrens und chronisches Siechthum als Folgezustände des Aufenthaltes in Sumpfgegenden häufig beobachtet.

Sümpfe entstehen durch eine besondere hygroskopische Eigenschaft oder durch eine solche Lage des Bodens, welche den Abfluss des Wassers hindert. Die thonigen Bodenarten, wie Clay und Lehmboden halten das Wasser am festesten, während die kieselerdigen und sandigen es am leichtesten eindringen lassen. Im Sandboden findet man Sümpfe nur dann, wenn eine unter ihm liegende Thonschicht das Wasser zurückhält oder wenn das Wasser

mit nahe liegenden Flüssen in gleichem Niveau steht oder wegen Mangel an Senkung des Terrains nicht abfliessen kann.

Sümpfe entstehen also*):

a) Nach dem Gesetze der communicirenden Röhren durch eine aufsteigende Filtration in Vertiefungen, die sich neben einem schon bestehenden Wasserbecken befinden, gleichviel ob dieses fliessendes oder stehendes Wasser führt. Solche Sümpfe kommen in Niederungen in Flussbetten vor und sind entweder constant oder vorübergehend. Letzteres dann, wenn der Spiegel des benachbarten Wasserbeckens zeitweise unter die Fläche der Niederung sinkt.

b) Dadurch, dass sich Wassermassen über eine Fläche ergiessen, die imbibitionsfähige Schichten sättigen und noch einen Ueberschuss auf die Fläche bringen, der deshalb nicht nach unten sickern kann, weil die imbibirte obere Schichte auf einer undurchlässigen lagert.

c) Durch seichte Ausbuchtungen schleichender Flüsse, durch flache Meeresbuchten ohne Fluth und Ebbe, durch tief liegende Ränder von Teichen und Landseen.

Entwässerungs-Anlagen.

Die Mittel der Austrocknung sind nach den Entstehungs-Bedingungen der Sümpfe selbst verschieden.

Da wo eine aufsteigende Filtration den Sumpf schafft, kann man entweder die Sumpfsohle bis zu einer den Stand des benachbarten Wassers überragenden Höhe durch Aufschüttung oder durch Colmatage erhöhen oder man trifft Anstalten, dass der Spiegel des benachbarten Wassers mehr oder minder dauernd sinkt. Unter Colmatage versteht man die absichtliche Verschlammung des Sumpfgrundes durch Absetzenlassen von Sand oder Schlamm mittelst darüber geleiteten, fliessenden Wassers.

Ein anderes Mittel, um Boden zu entwässern, ist die Drainage. Unter Drainage versteht man das Einlegen poröser, nicht abgedichteter Thonröhren in schiefer Lage in das Erdreich und das Ableiten des in den Drainröhren angesammelten Wassers durch einen gemeinschaftlichen Abzugsgraben. Nur solche Sümpfe lassen sich drainiren, deren Grund hoch genug liegt, um nach Durchbrechung ihres für Wasser undurchlässigen Ufers dem Wasser Abfluss zu gewähren.

Zuweilen mag es zweckmässig sein, einen Brunnenschacht im Sumpfe abzuteufen, um die wasserundurchlässige Erdschicht des Grundes zu durchbrechen und dem Wasser als Grundwasser Abfluss zu verschaffen.

In den seltensten Fällen schöpft man das Sumpfwasser mit Maschinen aus, ein Verfahren, welches natürlich bei aufsteigender Filtration nicht anwendbar ist.

---

*) Pappenheim, Handbuch der Sanitätspolizei. Berlin 1868. S. 485.

Unter Umständen wird auch die Anlage von Gürtelcanälen zum Abfangen des von weither zuströmenden Wassers von Nutzen sein.

Wo die Sumpfbildung eine Folge von häufigen Ueberfluthungen durch Regen oder fliessendes Wasser ist, kann man nur durch Flussregulirung, Herstellung von Dämmen, Canälen u. s. w. Abhilfe schaffen.

Den durch Sümpfe entstehenden Uebelständen wird unter gewissen Verhältnissen auch dadurch begegnet werden können, dass man die Sümpfe durch Hinzuleitung von Wasser in Teiche oder in Seen verwandelt, sie demnach vollständig und fortwährend unter Wasser setzt und demnach eine zeitweilige Austrocknung, die ja die Ursache der schädlichen Wirkung der Sümpfe ist, unmöglich macht.

Sumpfige, feuchte Bodenstreeken sollen nach Erfahrungen die man in neuerer Zeit in Algier, Südfrankreich und in Ungarn gemacht hat, trocken werden, wenn man sie mit einer Vegetation bepflanzt, welche ein rasches Wachsthum aufweist und Bodenwasser reichlich aufsaugt. Hiezu wird hauptsächlich Helianthus annuus (Sonnenblume), Eucalyptus globulus (Gummibaum), Humulus lupulus (Hopfen), Zicania aquatica (Wildreis oder Indianerreis), Paulownia imperialis empfohlen. Eucalyptus globulus kommt nur in wärmeren Klimaten fort, welche Temperatursverhältnisse haben, die noch dem Gedeihen der Orange günstig sind. Paulownia dagegen übersteht ganz gut unsere Winter und eignet sich demnach für Mitteleuropa besser als Eucalyptus. Als Vorzüge des Wildreis werden angeführt, dass er sich mit einem Boden begnügt, welcher zu anderen Zweeken nicht verwerthbar ist, dass er nur einmal angebaut zu werden brauche und bald ein dichtes Gewebe bilde, das in 2 bis 3 Jahren den ganzen Morast entsumpft.

In bewohnten Orten ist zur Trockenerhaltung der oberflächlichen Bodenschichten noch weiter nöthig: 1. Die Herstellung guter Siele, durch welche das Regenwasser und etwaige sonstige Abfallwässer des Haushaltes und der Industrie möglichst vollständig gesammelt und abgeleitet werden; 2. das Legen von Drainageröhren an Stellen, wo das Grundwasser einen sehr hohen Stand zeigt und 3. eine zweckmässige Pflasterung der Strassen, Plätze und Höfe.

Bezüglich der zur Ableitung der meteorischen Niederschläge und der städtischen Abwässer nöthigen Anlagen und Einrichtungen wird auf das weiter unten bei Besprechung der Methoden für die Beseitigung der Unrathsstoffe zu Erörternde hingewiesen, betreffs der Stellung, welche die öffentliche Gesundheitspflege und die Sanitätspolizei in Bezug auf Industrie-Abwasser einzunehmen hat, wird das Betreffende in der Gewerbe-Hygiene abgehandelt, und es erübrigt demnach, an dieser Stelle nur dasjenige über Pflasterung zu berühren, was hygienisches Interesse hat.

Pflasterung. Dass die Strassen gepflastert werden, verlangen Rücksichten des Verkehrs und der Gesundheit.

Das Pflaster hemmt das rasche Eindringen der meteorischen Wässer in den Erdboden, befördert dagegen ihren Abfluss in etwa vorhandene unterirdische Siele oder Canäle; gepflasterte Wege imbibiren sich nicht in solcher Extension wie ungepflasterte mit Schmutzwässern, verderben deshalb die Luft nicht in solchem Grade, wie ungepflasterte, sie erschweren die Infiltration von Strassenjauche, begünstigen das schnelle Trockenwerden nach dem Aufhören des Regens, sind leichter und besser zu reinigen und stauben weniger.

Eine Pflasterung schützt vor Bodenimbibition um so besser, je dichter die einzelnen Stücke an einander schliessen, je geringer die durchlässigen Zwischenfugen sind und je gleichmässiger das für den Ablauf genügende Gefälle durch die Nivellirung der Pflasteroberfläche hergestellt ist.

Aus gesundheitlichen Rücksichten soll zu Pflasterungen kein Material genommen werden, welches leicht staubt (Sandstein, Kalkstein), welches sich mit Strassenjauche ansaugt (Holzpflaster), stinkende Gase emanirt (Holzpflaster, in Theer eingelassen) oder beim Fahren sehr viel Geräusch macht.

Da auch die gepflasterte Strasse bei trockener Witterung staubt, so ist in solchen Fällen das Bespritzen derselben mit geruchlosem und keinen faulenden Rückstand zurücklassenden Wasser nöthig. Im Falle als Trottoirs durch Glatteis gefährlich werden, ist das Bestreuen derselben mit Sand, Asche, Holzspänen zu veranlassen, doch sollte darauf gesehen werden, dass die hiezu verwendeten Substanzen schmutz- und gestankfrei sind.

Reinhaltung des Bodens.

Für die Reinhaltung des Bodens ist es vor Allem nöthig, den Unrath unseres Haushaltes von der Scholle, auf der unsere Wohnungen stehen, möglichst fernzuhalten, ihn auf eine zweckmässige Weise zu beseitigen.

Weiter kommt in dieser Beziehung die Leichenbestattung in Betracht. Soll die Leichenbestattung nicht eine Quelle gefährlicher Bodenverunreinigung werden, so ist die Beobachtung gewisser Vorsichtsmaassregeln bei der Anlage und Benutzung der Beerdigungsplätze nothwendig.

Das Gleiche gilt auch in Bezug auf gewisse Industrien, durch welche dem Boden mitunter massenhaft verunreinigende Bestandtheile verschiedener Art zugeführt werden.

Betreffs der Unschädlichmachung der Industrie-Abfälle wird auf das im Abschnitt über Gewerbe-Hygiene hierüber Gesagte verwiesen.

Nachfolgend werden zuerst die verschiedenen zur Beseitigung der Auswurfsstoffe des menschlichen Lebens und Haushaltes üblichen Methoden abgehandelt und dann jene Gesichtspunkte erörtert,

welche mit Rücksicht auf das Beerdigungswesen von hygienischer Wichtigkeit sind.

Die in qualitativer Beziehung wichtigsten Abfallstoffe des menschlichen Lebens sind die Excremente. Die jährliche Menge dieser Abfallstoffe beträgt nach Pettenkofer*) im Durchschnitt für eine aus Klein und Gross bestehende Bevölkerung etwa 34 Kilogramm Koth und 430 Kilogramm Harn auf den Kopf.

Nimmt man, was annähernd richtig ist, für diese Mischung von Harn und Koth das specifische Gewicht des Wassers an, so würde man für Wien mit rund 1,000.000 Einwohner 450.000 Cubikmeter menschliche Excremente im Jahre erhalten. Hiezu kommen noch die flüssigen und festen Abfälle anderer Art, das Haus- oder Gebrauchswasser, das von der Küche und Waschküche, die Asche, das Kehricht u. s. w. Verschiedene ziemlich übereinstimmende Untersuchungen haben ergeben, dass per Kopf und Tag 30 Liter solchen Wassers treffen. Wenn man nun annimmt, dass ein Drittel davon nicht fortgeschafft zu werden braucht, sondern verdunstet, so bleiben immer noch 20 Liter per Kopf und Tag übrig; somit berechnen sich für das Jahr 7300 Kilogramm Abwässer per Person, also für eine Stadt wie Wien 7,300.000 Cubikmeter.

Die Beseitigung dieser Abfälle findet in den Städten und bewohnten Orten in der verschiedensten Weise statt, insbesondere durch Senkgruben, mittelst Abfuhr und mittelst Canalisation. Jene Methoden sind die besten, bei denen die Abfälle am raschesten und vollständigsten beseitigt werden.

Viertes Capitel.

Beseitigung der Abfallstoffe.

Senkgruben.

Senkgruben sind Behälter, die, gewöhnlich in der unmittelbarsten Nähe der Häuser durch Ausgraben des Bodens angelegt, zur Aufgabe haben, alle Excremente der Hausbewohner aufzunehmen. Manche Senkgruben sind nichts Anderes, als ausgehobene Löcher des Erdreichs; andere dagegen haben besondere Wandungen und zwar theils aus Holz, theils aus Lehm oder auch aus Mauerwerk; manche sind gedeckt, andere offen.

Diese Gruben können nur eine Zeit lang den Unrath aufnehmen; denn sobald sie gefüllt sind, muss ihr Inhalt ausgeschöpft und wegtransportirt werden. Er wird als Dünger verwendet.

Dass die Senkgruben der hygienischen Forderung, alle Abfallstoffe schnell und vollständig zu beseitigen, nicht entsprechen können, ist begreiflich. Auch gemauerte und mit Cement verputzte Senkgruben schützen nicht den Untergrund auf

*) Pettenkofer, Ueber Canalisation und Abfuhr. München 1876. S. 15.

die Dauer vor Infiltration mit Jauche. Die Jaucheflüssigkeit wirkt lösend auf den Cement, bringt ihn zum Bröckeln und macht Wand und Boden der Senkgrube mit der Zeit undicht, wenn sie auch thatsächlich ursprünglich wasserundurchlässig waren. Hauptsächlich ist es das Ammoniak der faulenden Jauche, sowie Kali und Natron, welche mit der Kieselerde des Cements lösliche Verbindungen eingehen und dadurch das Mauerwerk porös machen. Auch das Ueberziehen der inneren Grubenwände mit Gastheer nützt deshalb wenig, weil sich das Ammoniak mit den harzigen Bestandtheilen des Asphaltes zu einer löslichen Seife verbindet. Am meisten Sicherheit gewährt noch eine cementirte Doppelmauer aus gesinterten Backsteinen, deren 0·3 Meter breiter Zwischenraum mit plastischem Thon ausgestampft ist.

Die relativ beste Form der Senkgruben ist die cylindrische, mit abhängig construirtem kegel- oder trichterförmigen Boden, da sie die geringste Putzfläche bietet und durch den Wegfall von Winkeln die Reinigung erleichtert.

Die Senkgrube ist verhältnissmässig um so besser, je kleiner sie ist, weil hiedurch das häufige Ausleeren bedingt wird, und je seichter sie ist, weil nur in seichten Senkgruben der Inhalt leicht und bequem controlirt werden kann. Die meisten baupolizeilichen Vorschriften verlangen, dass die Grube mindestens 1 Meter von den benachbarten Gebäuden entfernt sei.

Was Senkgruben an das Erdreich abgeben, selbst wenn sie cementirt sind, hat Wolffhügel untersucht, indem er neben solchen Gruben einen Schacht ausgraben liess und Bodenproben aus dem Untergrund dicht unter der Sohle entnahm. Hier lagerte ein fetter schwarzer Boden, der übelriechend war, und wie aus der nachfolgenden tabellarischen Zusammenstellung der Versuchsresultate Wolffhügel's hervorgeht, sehr reich an organischen, stickstoffhaltigen, löslichen und unlöslichen Zersetzungsproducten sich erwies. Eine in Steine und Kalkmörtel gefasste Pferdedüngergrube hatte von ihrer 2·3 Meter tiefen Sohle aus den Boden bis zum Grundwasser und seitwärts bis auf fast 10 Meter mit Jauche durchsetzt.

Wolffhügel's Ergebnisse sind folgende:

1 Cubikmeter Boden	Gelöste Stoffe in Grammen					Ungelöste Stoffe in Grammen	
	Gesammtmenge	Glühverlust	Organische Stoffe	Chlor	Salpetersäure	Glühverlust	Stickstoff
Normaler Boden	211	52	118	10	12	1504	14
Mittel von 6 Abtrittsgruben	603	185	1257	110	19	5461	60
Boden, 4·5 Met. entfernt von der Düngergrube	4710	1500	2230	330	460	39772	956

Viel rascher, intensiver und umfangreicher findet die Bodenverunreinigung durch Senkgruben statt, wenn deren Construction gleich von vornherein den völlig freien Austritt des Senkgruben-Inhaltes in das umliegende Erdreich gewährt. Eine solche Construction wird der Senkgrube häufig absichtlich gegeben, damit ein möglichst grosser Theil des Inhaltes im Boden versickere und weniger oft die Kosten für die Entleerung der Grube und für die Wegschaffung ihres Inhaltes bestritten werden müssen. Die Senkgrube wird so zu einer „Schwindgrube", welche, je besser sie das ökonomische Interesse unterstützt, desto gefährlicher für die Bodenbeschaffenheit wird.

Dass bei einer so intensiven und andauernden Infiltration die selbstreinigende Kraft des Bodens bald wirkungslos wird, dass es in Folge dessen zur Uebersättigung des Bodens und in weiterer Consequenz zu einer hochgradigen und gefährlichen localen Bodenverderbniss und zur Inficirung des Bodenwassers kommen muss, ist selbstverständlich.

Ueberhaupt muss die durch eine Senkgrube begünstigte lange Aufspeicherung der sich fortwährend zersetzenden und Stinkgase entwickelnden Fäkalien die Luft in der Nähe derselben im hohen Grade verderben.

Erismann*) hat die Menge der Gase und Dämpfe bestimmt, welche bei mässigem Luftwechsel von 135 Gramm Excrementen (Koth und Harn, ungefähr wie in den Abtrittsgruben im Verhältniss von 1 : 3 gemischt) an die Atmosphäre in 24 Stunden abgegeben werden. Er fand

Kohlensäure	83·6	Milligramm
Ammoniak	15·3	„
Schwefelwasserstoff	0·2	„
Organische Substanz (Kohlenwasserstoffe, fette Säuren, wahrscheinlich auch Organismen) . .	56·4	„
	155·5	Milligramm.

Hieraus berechnet Erismann für eine Abtrittsgrube von 3 Meter im Quadrat, welche bis auf 2 Meter Höhe mit Excrementen gefüllt ist, eine vierundzwanzigstündige Abgabe von

Kohlensäure	11·144	Kilo	oder	5·67	Cubikmeter
Ammoniak	2·040	„	„	2·67	„
Schwefelwasserstoff	0·033	„	„	0·02	„
Organische Stoffe	7·464	„	„	10·43	„
	20·681	Kilo	oder	18·79	Cubikmeter.

Gleichzeitig wird seitens der Excremente Sauerstoff aufgenommen, dessen Menge für die obige Excrementenmasse Erismann mit 13·85 Kilogramm bestimmt.

Die Menge der sich aus der Senkgrube entwickelnden, nicht zu verathmenden, stinkenden und vielleicht gesundheitsgefährlichen Gase

*) Erismann, Untersuchungen über die Verunreinigung der Luft durch gewöhnliche Abtrittsgruben. Ztschr. f. Biol. 1865. S. 207.

ist, wie aus obigen Versuchen hervorgeht, eine sehr beträchtliche, ihr Volumen nimmt in 24 Stunden einen Raum von ungefähr der Grösse der Excrementenmasse ein.

Die hieraus resultirende Belästigung kann durch Bedeckung oder Verschluss der Grube mit Holz- oder Steindeckeln, mit Bohlen u. s. w. unter Umständen etwas vermindert, niemals aber gänzlich oder zur Genüge behoben werden.

Immerhin ist die Bedeckung der Grube von Wichtigkeit. Je dichter die Grubenbedeckung den Senkgruben-Inhalt nach aussen abschliesst, um so vollständiger wird das Regenwasser, dessen Zufluss die Zersetzung des Senkgruben-Inhaltes steigert und leicht ein Ueberfliessen des Gruben-Inhaltes veranlassen kann, abgehalten und desto unabhängiger wird der gasförmige Inhalt von den Schwankungen des Luftdruckes und von der Wirkung der Winde sich gestalten. Es empfiehlt sich zur Herstellung eines besseren Verschlusses hölzerne Senggrubendeckel mit einer Aufschüttung von Sand oder mit einer Schicht von Lehm zu bedecken. Sehr einfach und zweckmässig ist der Verschluss mit gut eingepassten Granit- oder Eisenplatten.

Eine zweckmässige, möglichst dicht schliessende Bedeckung der Senkgrube wird für die Zurückhaltung der aus der fauligen Zersetzung hervorgehenden Gase nur dann von Nutzen sein, wenn die Senkgrube entfernt vom Hause ist und nicht unmittelbar mit dem Hause, dessen Excremente sie aufnehmen soll, in Verbindung steht. Ist aber letzteres der Fall, so können diese stinkenden Gase durch einen stärkeren Druck oder durch die aspirirende Wirkung der warmen Hausräume oder durch verschiedene äussere Verhältnisse, namentlich bei Wind in das Gebäude getrieben werden. Die Verstänkung des Hauses findet in Folge des zeitweisen Aufsteigens der Gase durch den Abortschlauch auch dann statt, wenn die Grube unbedeckt bleibt.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass die Senkgruben und Canäle kurz vor dem Regen mehr als sonst einen unangenehmen Geruch verbreiten, weil alsdann die Gase vermehrt austreten. Die Ursache davon wird deutlich, wenn man hiebei den Stand des Barometers berücksichtigt. In der Mehrzahl der Fälle sinkt vor einem Regen der Luftdruck, in Folge dessen die Senkgrubengase eine grössere Ausdehnung annehmen und in die Höhe steigen.

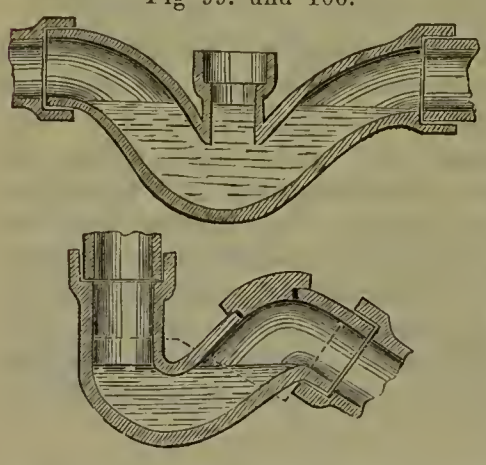
Obgleich die gasigen Producte der Senkgrube ein variables Gemenge darstellen, so tritt dennoch, sobald dieselben auf den Menschen zur Einwirkung gelangen, im Symptomencomplex das Schwefelwasserstoffgas mit seiner Wirkung stets in den Vordergrund. Da der Schwefelwasserstoff in den Senkgrubengasen in wechselnder Menge vorkommt, und die Senkgrubengase bald weniger bald mehr mit atmosphärischer Luft verdünnt, demnach bald concentrirt, bald diluirt zur Einwirkung gelangen, so treten die Krankheits-Erscheinungen, welche durch diese Gase hervorgerufen werden, bald in gelinder, bald in heftiger Form auf.

Im ersteren Falle zeigt sieh beim Menschen Uebelkeit, Aufstossen wie von faulen Eiern, Erbreehen, Eingenommensein des Kopfes. Im zweiten Falle bei Einwirkung grosser und eoneentrirter Mengen der Senkgrubengase werden unter Ohnmacht und Bewusstlosigkeit klonisehe und tonische Krämpfe beobachtet, ja es kann sogar Tod dureh Asphixie eintreten.

Dass an den Fäees Infeetionsstoffe haften, wird gegenwärtig mit Bestimmtheit angenommen; man muss demnach auch die Möglichkeit zugeben, dass die Senkgrubengase weiter noch dureh mitgerissene Infectionskeime gefährlich werden können.

Um diese Gase vom Hause und den Wohnungen einigermassen abzuhalten, sehliesst man das Sitzloeh des Abortes mit einem mögliehst dieht ansehliessenden Deekel oder man richtet Wasserclosets ein, bei welchen die Abortsrohre dureh Ventile oder durch Wasserversehlüsse, namentlich durch die sogenannten Syphons vom Kothbeeken und damit aueh von dem Abortloeale und den übrigen Wohnungsloealitäten abgeschlossen sind.

Fig 99. und 100.



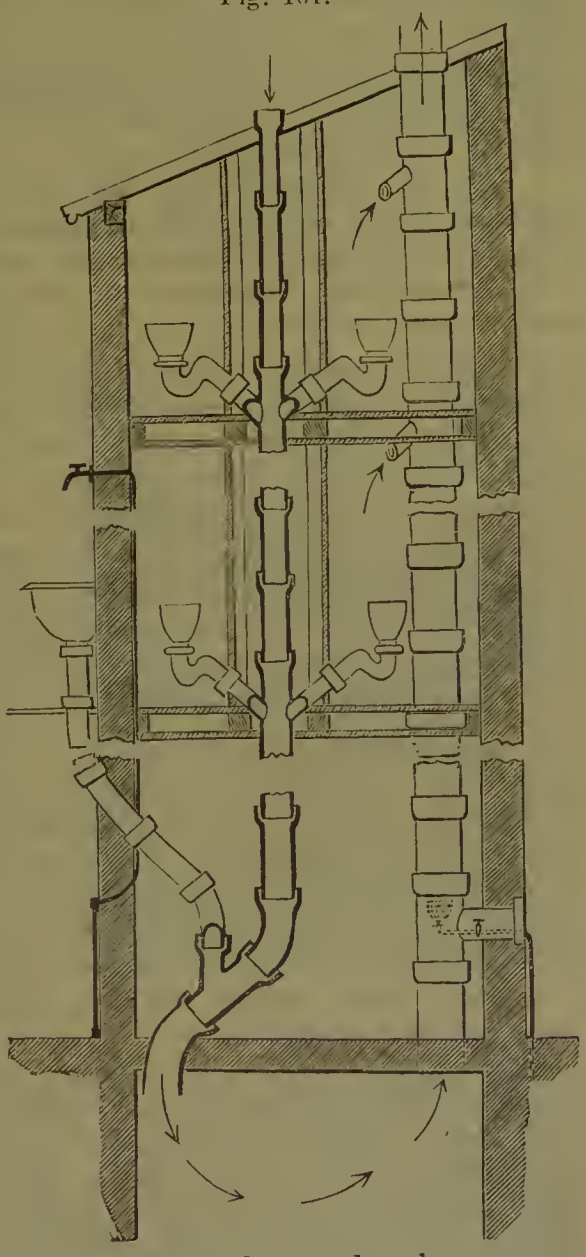
Die Einriehtungen eines Syphons erläutern die nebenstehenden Zeiehnungen. (Fig. 99 und 100.) Selbst die besten Einrichtungen dieser Art versagen unter verschiedenen Umständen bei starkem Wind, bei rasehem Oeffnen der Thüren u. s. w. Häufig kommt es vor, dass Wasserversehlüsse, die nicht weit unterhalb des Sitzes liegen, einfrieren. Es ist deshalb von Wiehtigkeit, dass man nebstbei noeh für eine radikale und jederzeit verlässliehe Abhilfe gegen die Gefährdung dureh Senkgrubengase sorgt.

In dieser Beziehung erweist sieh eine zweekmässige Wahl der Oertliehkeit und der Einriehtungen der Aborte sehr nützlieh. Die beste Anlage zu diesem Zwecke ist ein isolirter, thurmähnlieher Anbau, der die Aborte für die einzelnen Stockwerke enthält. Zwischen jedem Abort und den entsprechenden Wohnräumen sollte sieh eine Art Vorzimmer befinden, gross genug, um dureh Oeffnen der Fenster eine wirksame Querventilation herstellen zu können. Natürlich müssen zwei Thüren, eine zu diesem Vorraum und die andere zu dem Abort vorhanden sein. Im Abort selbst sind Ventilationsöffnungen im Fenster oder unter der Decke in der Mauer anzubringen, um eine permanente Zufuhr friseher Luft zu besorgen. Der Abortraum muss hell sein, um die Untersuehung der Reinliehkeit zu ermögliehen.

Die beste Abhilfe gegen das Eindringen der Senkgrubengase gewährt eine zweekmässige Ventilation der Senkgrube, denn nur hiedureh wird eine fortwährende und ausreiehende Ableitung der gebildeten stinkenden Produete bis zu dem

Maasse erzielt, dass die üblen Gerüche nicht mehr wahrnehmbar werden. Diese Ventilation lässt sich einfach dadurch herstellen, dass man die Senkgrube dicht verschliesst und von der Decke der Senkgrube eine Abzugsröhre bis über das Dach hinausführt. Doch muss deren Querschnitt grösser sein, als die Summe sämmtlicher in die Senkgrube einmündenden Fallröhren. Die Wirkung eines solchen Abzugsschlottes hängt ebenso wie die eines jeden anderen ungeheizten Zugkamins von äusseren Verhältnissen, insbesondere vom Wind und der Lufttemperatur ab. Soll die Wirksamkeit dieses Abzugsschlottes erhöht und gleichmässiger gestaltet werden, so muss man ihn durch eine Gasflamme oder durch nachbarliche Lage zu einem geheizten Schornstein warm halten. Bei dieser Einrichtung findet die Ventilation in der Weise statt, dass durch die Abzugsröhre die Stinkgase der Senkgrube nach oben in's Freie abgeleitet werden, während zum Ersatz der abgezogenen Luft frische Luft durch die bis übers Dach ragenden Fallröhren in die Senkgrube nachströmt. Auch derjenige Geruch, welcher sich in den einzelnen Becken über dem Wasserverschluss noch gebildet haben sollte, kann durch eine Zuleitungsröhre dem Hauptventilationsrohr überliefert werden (Fig. 101)*).

Fig. 101.



Ein Hauptnachtheil der Senkgruben ist die Unmöglichkeit einer vollständigen Reinigung. Zudem wird die Räumung der Abtrittsgruben häufig in so roher und unbesonnener Weise vorgenommen, dass damit die gröbsten Unzuträglichkeiten und mancherlei Gefahren verknüpft sind.

Solche Behälter, in welche die Arbeiter hineinsteigen müssen, wenn sie die Entleerung der ganzen Masse oder der festen Rückstände bewirken oder wenn sie Reparaturen vornehmen sollen, sind

*) Schülke, l. c., 170.

die verwerflichsten. Wiederholt wurden durch die über den Excrementen oder über der infiltrirten Erde stehenden giftigen Gase die Arbeiter getödtet; diese Unglücksfälle ereignen sich auch dann, wenn die Behälter sich nicht in luftdichtem Abschlusse von der äusseren Luft befinden. Die Wirkung der Gase trifft wohl hauptsächlich die Arbeiter, unter Umständen aber auch Personen des Hauses, in deren Wohnungen die Gase eindringen. Die Krankheits-Erscheinungen, die hiebei entstehen, werden Plomb genannt und müssen hauptsächlich auf die Einwirkung von Schwefelwasserstoff-gas zurückgeführt werden.

Es ist gefährlich, verschlossen gewesene Abtrittsgruben oder Kloaken beim Oeffnen mit einem brennenden Lichte zu betreten. Wiederholt wurden Personen, die mit einem Lichte in Senkgruben stiegen und den Flammen des sich entzündenden Schwefelwasserstoffes nicht entfliehen konnten, lebensgefährlich verletzt.

Als Schutzmaassregeln gegen diese Gefahren kommen in Anwendung: Umgürtung der Senkgruben-Arbeiter, um sie im Falle der Asphyxie sofort herauszuziehen, Ventilation der Grube durch Oeffnen derselben mehrere Stunden vor Beginn ihrer Räumung, Desodorisirung des Senkgrubeninhaltes durch Eisenvitriol und Chlorkalk.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass das Entleeren des Senkgruben-Inhaltes mittelst Schaufel und Eimer und die Abfuhr in offenen Behältern langwierig, unreinlich und sehr belästigend ist, und als die primitivste und lästigste Methode der Grubenentleerung bezeichnet werden muss.

Die Anwendung der Pumpe statt der Schaufel und die Transportirung des Ausgepumpten in geschlossenen dichten Gefässen vermeidet mancherlei Unzuträglichkeiten, und erweist sich namentlich dann vom Vortheil, wenn hiebei zugleich die Einrichtung getroffen wird, dass man die während des Pumpens ausströmenden Gase durch Einleiten über glühende Kohlen verbrennt, oder durch Durchleiten in desodorisirend wirkende Lösungen geruchlos macht.

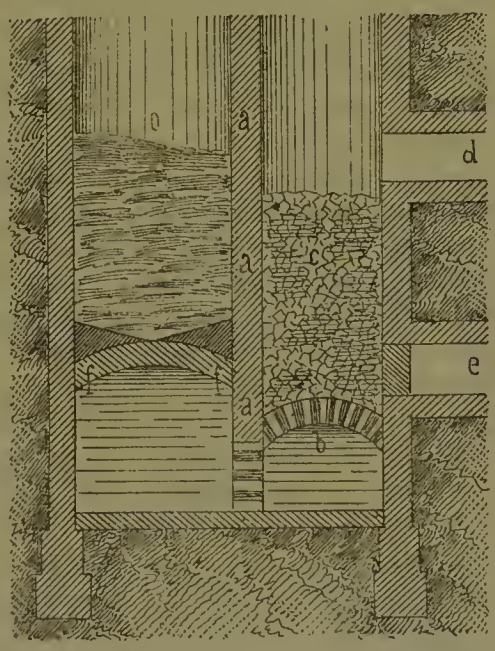
Noch mehr Abhilfe schaffen jene Einrichtungen, bei welchen man die Entleerung in der Weise bewirkt, dass man eine Eisenblechtrommel, welche die Massen aufnehmen soll, vorher durch Condensation von Wasserdampf luftleer macht oder wenigstens die Luft darin erheblich verdünnt, sie dann durch ein Rohr mit dem Senkgrubeninhalt in Verbindung bringt und so die Massen durch den Luftdruck in die Eisentrommel hineindrückt. Auch diese hydropneumatische Entleerungsmethode befriedigt nicht vollkommen, da auch bei ihr ein beträchtlicher Theil des Grubeninhaltes, namentlich das Dickere, zurückbleibt.

Um die mit der Entleerung der Senkgruben verbundenen Uebelstände und Unkosten möglichst selten zu empfinden, hat man Senkgruben construirt, bei denen eine Trennung des Senkgrubeninhalts in feste und flüssige Massen erfolgt; die Flüssigkeit wird durch Siele oder Canäle abgeführt, während die festen Massen durch Abfuhr beseitigt werden.

Gelingt es, festen Koth von Harn und Unrathsflüssigkeit vollständig oder wenigstens hinreichend genug zu trennen und getrennt zu erhalten, so zeigt sich, dass hiedurch eine gewisse Geruchlosigkeit erzielt wird. Der Gestank des Kothes hört auf und auch der Urin zeigt Tage lange keinen oder nur einen ganz erträglichen Ammoniakgeruch.

In gänzlich unzureichender Weise wird die Trennung der flüssigen und festen Theile in Gruben mittelst Scheidewänden bewirkt. Eine Scheidewand geht entweder bis nahe zur Decke der Senkgrube oder ist 0·3 Meter abwärts von der Decke durchlöchert; ist die erste Abtheilung mit Excrementen angefüllt, so fliesst der flüssige Theil über, um durch einen Canal seinen Abfluss zu nehmen.

Fig. 102.



Vollständiger gelingt die Trennung, wenn man in gut construirten Gruben Separatoren mit cylindrischen Löchern aufbaut, durch welche die Flüssigkeiten in eine tiefer gelegene Grube abfliessen.

Eine der besten Einrichtungen dieser Art ist folgende (Fig. 102). Die Grube ist in zwei Hälften getheilt; ungefähr am untern Drittel der eigentlichen Kothgrube *o* findet sich ein poröses Steingewölbe *f*, welches aus leichten porösen Ziegeln erbaut ist. Diese werden, wie bereits (Seite 196) erwähnt, durch Vermischen des Lehms mit Sägemehl, Holzstückchen u. s. w. hergestellt. Während des Brandes verbrennen die organischen Theile und bewirken dadurch eine grosse Porosität der Ziegel, so dass sie den flüssigen Theilen der Excremente einen Durchgang gestatten. Die massive Scheidewand der Grube *a* reicht nicht ganz bis auf den Boden, sondern ruht in ihrem untern Ende auf einem gemauerten Gittergewölbe *b*, unter welchem sich die aus *f* eingedrungenen Flüssigkeiten befinden. Ueber dem Gittergewölbe wird der Zwischenraum mit desinficirenden Mitteln am besten mit gebranntem Dolomit derart ausgefüllt, dass auf einer Lage von grobem Kiese der Dolomit in der Grösse eines Hühnereies aufgeschüttet wird. Der flüssige Theil der Grube steigt allmälig in dem Zwischenraume *c* in die Höhe bis er bei *d* abfliesst; will man diesen Inhalt behufs seiner Entleerung mehr austrocknen lassen, so öffnet man den Abfluss bei *e*. Auf diese Weise wird das desinficirende Mittel in ein gutes Düngemittel verwandelt, indem es die für die Landwirthschaft wichtigen Stoffe (Phosphor-

säure, Ammoniak-Alkalien) zurückbehält. — Die festen Kothmassen werden mit Schaufeln ausgeleert*).

Dem Erörterten zufolge ergibt sich, dass selbst bei gut construirten Senkgruben viele Uebelstände sich nicht beheben lassen, und dass die Senkgruben des alten Systems gesundheitlich die bedenklichsten Einrichtungen sind. Trotzdem müssen wir mit ihnen rechnen, da wir sie vor der Hand nicht aus der Welt schaffen können, wenigstens nicht aus Dörfern und kleinen Städten. Es ist aber zu fordern, dass, wo Senkgruben noch geduldet werden, dieselben möglichst zweckmässig angelegt und häufig controlirt werden.

Liernur'sches System.

Auf ähnliche Principien, welche bei der Entleerung der Senkgruben auf pneumatischem Wege zur Anwendung kommen beruht das Liernur'sche System der Beseitigung der Abfallstoffe.

Im Allgemeinen beruht die ganze Einrichtung auf Anwendung gusseiserner Röhren, welche die Fäkalien aufnehmen. An passenden Orten, namentlich an Strassenkreuzungen wird ein aus Eisen construirtes Reservoir in solcher Tiefe unter dem Niveau des Strassenpflasters eingesetzt, dass es durch darüber fahrende schwere Wagen keinerlei Beschädigung erfahren kann. Je nach den Umständen münden in dieses Reservoir zwei bis vier Hauptröhren, von welchen aus sich die Seitenröhren rechts und links nach den Abfallröhren der Aborte abzweigen. Durch Syphons, welche in den verschiedenen Röhren angebracht sind, wird der hydraulische Schluss hergestellt. Auch ist jedes einzelne Abfallsrohr mit einer luftdicht schliessenden Klappe versehen, welche von der Strasse aus mittelst eines eisernen Hebels auf- und zugemacht werden kann. Täglich wird das Reservoir durch eine Dampfmaschiene luftleer gepumpt, wodurch die Fäkalien bei geschlossenen Klappen in das Reservoir angesaugt werden. Nachdem alle Aborte entleert sind, wird der Strassenbehälter selbst ebenfalls durch Luftdruck in einen der Luftpumpen-Locomobile angehängten Wagen-Cylinder entleert. Ist der Wagencylinder voll, so wird er abgehängt und durch einen anderen inzwischen herbeigefahrenen Cylinder ersetzt.

Dieses System ist in mehreren Städten Hollands eingeführt worden, hat aber nur einen getheilten Beifall gefunden, da es sehr grosse Anlagekosten verursacht und der Betrieb bei dem sehr difficilen Mechanismus häufige Störungen erfährt. Insbesondere ist die Einrichtung der den hermetischen Verschluss bewirkenden Klappen zu complicirt, um nicht in ihrer Function dem Einflusse von hundert Kleinigkeiten zu unterliegen. Ferner kann es leicht geschehen, dass sich die Röhren verstopfen oder eine schadhafte Stelle in ihrer Leitung bekommen, welche sich unterirdisch vollkommen der Controle entzieht.

Virchow bezeichnet als wichtigste sanitäre Schattenseite dieses Systems den Kothverschluss; der am Abtritts-

*) Eulenburg, l. c., 203.

trichter befindliche Syphon ist mit Koth gefüllt und Koth ist natürlich kein geeignetes Mittel, um die Abgabe von Kothgasen zu hindern.

Weiter kommt in Betracht, dass bei diesem System nur die eigentlichen Excremente weggeschafft werden; es müssen demnach für die Ableitung von Spül-, Ab- und Regenwässern ausserdem eigene Canäle bestehen, wodurch das ganze System überaus kostspielig wird.

Die Idee, die der Liernur'schen Erfindung vorschwebt, die Unrathstoffe täglich, vollständig und ohne alle Belästigung zu sammeln und sofort, wegzutransportiren und sie als werthvollen Dünger zu verwenden, ist allerdings höchst beachtenswerth, aber die bisherige Art ihrer Durchführung und praktischen Anwendung wird von vielen Seiten noch als sehr mangelhaft geschildert. Möglich, das die neuerdings von Liernur angewandten technischen Verbesserungen an seinem Apparate die Verwendbarkeit dieses Systems in nächster Zeit mehr fördern werden.

Das Tonnensystem.

Wie der Name dieses Systems besagt, besteht dasselbe wesentlich darin, dass in jedem einzelnen Hause, und zwar nur im unteren Stockwerke, kleine tragbare oder fahrbare Behälter, Tonnen, aufgestellt sind, in welche alle darüber liegenden Abtritte eines Hauses durch ein gemeinschaftliches Abfallrohr einmünden. Diese Behälter werden täglich, oder wenigstens nach einigen Tagen abgeholt und andere leere sofort an ihre Stelle gesetzt. Die angefüllten Tonnen werden an einen geeigneten Ort ausserhalb der Stadt gefahren, wo ihr Inhalt entweder ohne weiters zur Düngung verwendet oder vorerst irgendwie zu diesem Zwecke vorbereitet wird.

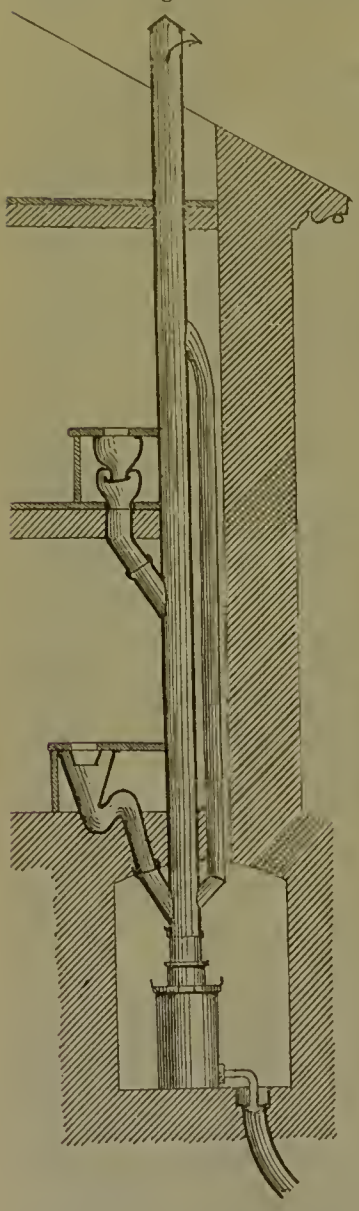
Dieses Tonnensystem ist in verschiedenen Orten auf die mannigfaltigste Weise durchgeführt worden. So hat man die Behälter bald von Holz, bald von verzinntem oder angestrichenem Eisenblech gefertigt; man gab ihnen theils die Cylinder-, theils die Tonnenform; man hat die Abfallrohre sowohl von Holz, als von Eisen oder Thon construirt; hie und da lässt man die Abfallrohre frei in die Tonne münden, an andern Orten schliesst man sie in sorgfältiger Weise durch eine dem Teleskop ähnliche Röhrenverbindung oder in anderer Art an die Tonne an und schaltet ausserdem einen Syphon ein, um die Fäcalgase durch Flüssigkeit vom Abfallrohr abzuhalten. Auch sind die Tonnen bald tragbar, bald fahrbar. In verschiedener Weise ist das System mit Lüftung versehen; meist indem das Abfallrohr bis über das Dach hinaus verlängert wird, oder indem ein besonderes Ventilationsrohr, vom Abfallrohr unten abzweigend, neben einem Kamine in die Höhe steigt. Diese Einrichtung wird durch die beigefügte Zeichnung (Fig. 103) veranschaulicht.

Ein wesentlicher Unterschied in Bezug auf die verschiedenen Tonnensysteme ergibt sich durch den Umstand, ob im gegebenen

Falle alle Excremente in der Tonne aufgespeichert werden, oder ob eine Scheidung von festem und flüssigem Unrath stattfindet und dann ersterer in den Tonnen abgeführt, letzterer aber den Canälen überlassen wird.

Man hat beim Tonnensystem verschiedene Vorrichtungen, welche die Scheidung der festen und flüssigen Excremente bewirken sollen, in Vorschlag und zum Theil auch in Verwendung gebraeht, bisher genügte aber keine dieser Einrichtungen aueh nur den bescheidensten Forderungen, die man vom hygienischen Standpunkte aus an dieselben stellen muss.

Fig. 103.



Von den vielen bisher aufgetauchten diesbezüglichen Apparaten und Methoden seien nur einige erwähnt.

Am vollständigsten und erfolgreichsten glaubte man die Trennung zu bewirken, wenn sie unmittelbar nach der Abgabe, d. h. noch im Abortschlauch geschieht.

So benützt man die Erfahrung, dass tropfbare Flüssigkeiten, in ein Rohr geleitet, nur an den Wandungen und zwar spiralförmig, heruntergleiten und vermöge ihrer Adhäsion der Richtung derselben aueh dann noch folgen, wenn diese von der senkrechten nicht über einen gewissen Winkel abweicht, während feste Körper schon durch ihre compaetere Masse weniger adhäriren und der Richtung des freien Falles folgend, die Röhrenwandungen verlassen, sobald diese eine andere als die senkreehte Neigung nehmen. Dieser Annahme entsprechend wird der Abortschlauch vor seinem unteren Ende trichterförmig bis zu einem Umfange, dessen Durchmesser dem dreifachen Durchmesser der Fallröhre entspricht, erweitert und unter dem Trichter centriseh eine Tonne, deren Durchmesser etwas kleiner ist, wie die Trichteröffnung, aufgestellt. Die festen Excremente fallen von der Erweiterung des Abortschlauehes in die Tonne, die flüssigen dagegen fliessen längs der Erweiterung des Trichters und dann längs eines die Tonne umhüllenden Mantels in ein Sammelgefäss, das in einer bestimmten Höhe eine Ausflussöffnung hat, dureh welche die Flüssigkeit in den Canal gelangt.

Bei dem Müller-Schür'schen Verfahren wird durch eine senkrechte Seheidewand in der Abtrittspfanne die Scheidung bewirkt. Zur Beförderung des Herabfliessens des Urins an der vorderen Wand

ist das Sitzbrett entsprechend ausgeschnitten und der vordere Theil des Fallrohres nach vorne ausgebogen.

In der Tonne selbst wird die Sonderung von Harn und Koth am einfachsten bewirkt, indem man in derselben eine durchlöcherte Scheidewand und eine Oeffnung zum Abfluss der Flüssigkeit anbringt.

Der Separation liegt vor Allem die Absicht zu Grunde, die Menge der abzuführenden Stoffe zu vermindern. Weiter führt man zu Gunsten der Separation an, dass nach stattgefundener Trennung des Harns von den festen Excrementen die faulige Zersetzung derselben langsamer vor sich gehe, die festen Excremente mit zunehmender Trockenheit weniger Gestank entwickeln und der Abfluss des Urins für sich geringere Schwierigkeiten mache.

Dem gegenüber muss aber im Auge behalten werden, dass beim Tonnensystem eine befriedigende Trennung der festen von den flüssigen Fäcalien noch niemals gelungen ist, und demnach die aus dem Separationsapparate abzuführenden sogenannten festen Massen stets noch flüssigen Unrath und die abzuleitenden Flüssigkeiten noch feste Kothmassen enthalten.

Selbst, wenn die Trennung auf's Vollkommenste gelingen möchte, so ist noch immer zu bedenken, dass ein von festen Kothmassen völlig freier Harn ebenfalls eine zersetzungsfähige, Stinkgase und Fäulnissproducte entwickelnde Substanz ist, für deren Behandlungsweise keine anderen hygienischen Gesichtspunkte aufgestellt werden können, wie für die eigentlichen Kothmassen. Zudem muss hervorgehoben werden, dass der beiweitem grössere Theil der durch den Stoffwechsel ausgeschiedenen und der fauligen Zersetzung fähigen Stoffe gerade im Harn vorhanden sind, und dass auch die im Harn enthaltenen Stoffe für die Landwirthschaft von einem viel grösseren Werthe sind als die sogenannten festen Fäcalien.

Werden demnach die Abortsdeposita in Flüssiges und Festes getrennt, und nur letzteres abgeführt, ersteres dagegen in Canälen zum Abflusse gebracht, so hat man nichts gewonnen, man hat ein gemischtes, ein doppeltes System der Beseitigung des menschlichen Unrathes vor sich, da ein Theil durch sogenannte Abfuhr, ein anderer Theil durch Canäle fortgeschafft wird.

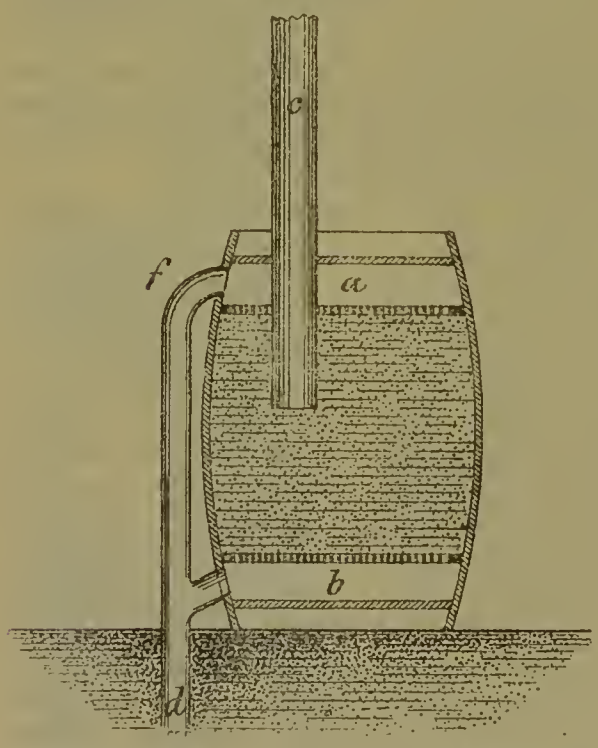
Da also ein mit einer einfachen Separation verbundenes Tonnensystem weder in hygienischer noch in landwirthschaftlicher Beziehung besondere Vortheile bietet, so ersann man Methoden, bei denen die abgeschiedene Flüssigkeit erst dann in Canäle abgelassen wird, nachdem sie in Folge der Einwirkung geeigneter Chemikalien die stickstoffhaltigen zu Düngezwecken verwerthbaren Stoffe, welche in dem flüssigen Unrath gelöst oder suspendirt enthalten sind, abgegeben hat. Alle Methoden, die bisher in dieser Absicht in Verwendung kamen, haben sich als unzulänglich oder undurchführbar erwiesen.

Man wählt zu diesem Zwecke hauptsächlich solche Chemikalien und Substanzen, welche aus dem flüssigen Unrath nicht nur die als Düngestoffe verwerthbaren Substanzen zurückhalten, sondern zugleich

desinficirend oder wenigstens desodorisirend wirken. Die Wirkung dieser Mittel wird am besten durch eine Analyse der ablaufenden Flüssigkeit geprüft.

Als Desinfections- und Präcipitationsmittel benützt man verschiedene Substanzen: gebrannten Kalk, Kalksuperphosphat, Carbolkalk, Chlormagnesium, Alaun, Thonerdesulphat, Eisenvitriol, Zinkvitriol, Eisenchlorid, Dolomit; ferner Mischungen, und zwar: von Theer, Magnesiumchlorid und Kalk (Süvern'sches Verfahren) oder von Torf, Carbolsäure, Aetzkalk (Müller-Schür'sches Verfahren) oder von Alaun, Blut und Clay (Thon) (ABC-Verfahren) oder von Torfkleie, Sägemehl oder Steinkohlengries mit Nitrobenzol parfümirt (Petri'sches Verfahren).

Fig. 104.



Als Beispiel eines solchen Verfahrens sei Petri's Präcipitations-Methode beschrieben*).

Petri's Tonnen sind oben und unten mit einem Rost versehen; zwischen beide Roste wird das Petri'sche Desinfectionsmittel hineingeschüttet. Die Massen, welche aus den Aborten durch die Fallröhren aufgegeben werden, müssen die Tonnen passiren, und zwar münden die Abfallröhren *c* (Fig. 104) unterhalb des obersten Rostes *a* in der Mitte der Tonne. Hiedurch und durch den Druck der eingeschütteten Flüssigkeiten wird das Desinfectionsmaterial aufgewühlt und die festen Fäcalmassen werden gewissermaassen in der Tonne theils abfiltrirt, theils niedergeschlagen. Die Flüssigkeiten gehen durch die Rostfilter *b* hindurch. Wenn das Wasser unten abfliesst, senkt sich das Desinfectionsmittel gleichzeitig mit den Fäcalmassen und hüllt dieselben ein. Sollte durch Ausgiessen einer grossen Menge von häuslichen Abwässern ein übermässig starker Wasserzufluss stattfinden, so dass eine schnelle Filtration unmöglich ist, so steigt das Wasser über dem oberen Rost in die Höhe und fliesst oben seitlich *f* ab. Ein derartiges Wasser wird nun freilich nicht desinficirt sein, was aber nach Petri insoferne kein Schade ist, als solche Fälle nur dann eintreten, wenn man Badewannenwasser oder Waschgefässwasser ausgiesst, welche Flüssigkeiten nicht besonders unrein sind.

*) Ochwadt, Canalisation mit Berieselung und das Petri'sche Verfahren Berlin 1877.

Das Tonnensystem ist, wie aus dem bisher Erörterten hervorgeht, einer sehr verschiedenen Durchführung fähig, und es wäre nicht zulässig, gerade eine besondere Art als die allein richtige aufzustellen. Je nach örtlichen Verhältnissen und Bedürfnissen, je nach den Mitteln, die zu Gebote stehen, wird man in jedem Falle die Einrichtung zu modificiren haben. Nach den gegenwärtigen Erfahrungen steht aber fest, dass von den obenerwähnten Einrichtungen manche als zu primitiv, andere als zu complicirt auszuscheiden sind. Zu den ersteren gehören hölzerne Abfallschachte, offene hölzerne Kübel, überhaupt mangelhafter Anschluss der Abfallröhre an die Tonne. Als zu complicirt und zwecklos ist mit Rücksicht auf das früher Erörterte jede Einrichtung zu verwerfen, welche auf Scheidung der festen und flüssigen Bestandtheile beruht. Entweder bietet diese Einrichtung eine unnöthige Schwierigkeit und Umständlichkeit, ohne besondere Vortheile zu bringen, oder wo die Flüssigkeit in Canäle abläuft, ist allerdings der Vortheil damit verbunden, dass die Tonnen nur selten abgeholt zu werden brauchen; allein gerade dieser Umstand macht die Einrichtung vom sanitären Standpunkt nicht empfehlenswerth, weil der Inhalt der Tonnen nicht in vorgeschrittene Zersetzung übergehen soll, ehe er abgeholt wird.

Als unerlässliche Bedingungen für eine befriedigende Wirksamkeit des Tonnensystems sind folgende Punkte festzuhalten*):

1. Die Tonnen, am besten aus Metall, in zweiter Linie aus Holz, müssen völlig dicht hergestellt sein, so dass weder beim Gebrauche im Hause, noch beim Transporte der Inhalt durchdringen kann.

2. Dieselben müssen beim Transporte mit festschliessendem Deckel, am besten durch Bügel versehen sein.

3. Die Tonnen dürfen nur so gross und schwer sein, dass sie bequem von zwei Männern gehoben und auf kurze Strecken getragen werden können.

4. Die Tonnen sollen mindestens zweimal in der Woche gewechselt werden. Bei grösseren Gebäuden, wo die Räumlichkeit es zulässt, sind fahrbare Tonnen zweckmässig, aber auch in diesem Falle muss ihr Rauminhalt so bemessen sein, dass sie binnen wenigen Tagen umgewechselt werden können.

5. Das Abfallrohr muss ebenfalls vollkommen dicht hergestellt sein, innen glatte Wandungen haben und senkrecht abfallen.

6. Zur Vermeidung einer allfälligen Gefährdung durch die Fäcaliengase muss die Tonne mit kräftig wirkenden Ventilations-Einrichtungen in Verbindung stehen.

Der wesentlichste Unterschied zwischen dem Grubensystem und dem Tonnensystem beruht darin, dass mittelst des letzteren die Excremente eine viel kürzere Zeit im Bereich der menschlichen

*) Mittermaier, Die öffentliche Gesundheitspflege in Städten und Dörfern, Carlsruhe 1875.

Wohnungen verweilen und keine Gelegenheit zur Verunreinigung des Bodens geboten wird. Gegenüber dem Canalschwemmsystem bietet das Tonnensystem den Vortheil, dass es den directen Einfluss von Excrementenmassen in Flüsse vermeidet.

Ein wichtiger ökonomischer Vortheil des Tonnensystems besteht darin, dass durch dasselbe die menschlichen Abfallstoffe in sehr einfacher und vollständiger Weise für die Landwirthschaft verwerthet werden. Der wirkliche Werth von Harn und Fäces, wie dieselben im Tonneninhalt vorhanden sind, lässt sich auf 7—10 fl. pro Kopf und Jahr berechnen. Bei nicht gleichmässigem Absatz des Tonneninhaltes hat man grosse Sammelstätten entfernt von den Städten anzulegen, die derart eingerichtet sein müssen, dass die Ansammlung des entleerten Tonneninhaltes keine Infection des Wassers und der Luft zur Folge hat und kein Zuwehen von Gestank durch Winde in benachbarte Ortschaften stattfindet. Den mühsam aus der Stadt geschafften Koth in einen Fluss zu schütten, wie es in Graz geschieht, ist selbstverständlich gänzlich unstatthaft.

Als Schattenseiten des Tonnensystems werden angeführt*):

1. Das Tonnensystem legt dem Bürger für die periodisch und häufig nöthige Ausräumung und Wegfuhr seiner Tonnen ziemlich ansehnliche Kosten auf. Die Kosten mehren sich mit der Vollkommenheit des Systems.

2. Das Tonnensystem verlangt eine fortwährende Controle, ob das Fass zur richtigen Zeit ausgewechselt wird und kein Ueberlaufen stattfindet.

3. Wo das Abfuhrsystem die Zulassung von Urin, Waschwässern, Spülwässern u. s. w. ausschliesst, macht es eine systematische Canalisirung der Stadt in keinem Falle überflüssig; was bei einem solchen System an Canalisirungskosten gespart werden kann, ist eine relativ unbedeutende Summe.

4. Bei der separaten Ableitung des Regen-, Spül- und Abwassers entfällt das so wohlthuende Abschwemmen der Abortschläuche.

5. Das Tonnensystem mit Abfuhr aller festen und flüssigen Fäkalien sei wohl nur in kleineren, nicht aber in grösseren und grossen Städten durchführbar.

Nimmt man an, dass circa 60 Personen durch ihre Harn- und Kothentleerungen per Tag eine Tonne von einem Hektoliter Rauminhalt füllen, so folgt, dass für Wien nach der momentanen Einwohnerzahl mit rund einer Million 16.000 Hektoliter-Tonnen per Tag sich ergeben würden. Es würden demnach mindestens 1000 Fuhren täglich nöthig sein, um blos die eigentlich excrementiellen Stoffe, Harn und Koth, abzuführen. Es ist begreiflich, dass das kaum zu bewältigen wäre und jedenfalls Verkehrsstörungen verursachen würde. Zudem ist bei der Ausdehnung grosser Städte der Ort, wohin die Excremente zur Verarbeitung oder zur vorläufigen Deponirung abgeführt werden müssen, nothwendigerweise in bedeutender Entfernung

*) Grouven, Canalisation und Abfuhr, Glogau 1867.

von den einzelnen Objecten und schliesslich von der Stadt selbst, durch welche Umstände die Kosten der Abfuhr enorm werden.

Mögen auch einzelne dieser Bedenken mehr weniger Berechtigung haben, so unterliegt es doch keinem Zweifel, dass die meisten Uebelstände des Tonnensystems zum grössten Theil vermieden werden können. Namentlich kann das Tonnensystem in kleineren Orten bei guten Einrichtungen, sorgsamem Betriebe und Abfuhr aller (fester und flüssiger) Excremente den Anforderungen, welche vom gesundheitlichen Standpunkte betreffs der Beseitigung des Unrathes zu stellen sind, im Principe vollkommen entsprechen. Einzelne Fälle, in denen durch Nachlässigkeit die Tonnen zu selten gewechselt werden oder einen mangelhaften Verschluss haben, werden freilich bei der besten Ordnung immer vorkommen. Doch wird der grosse Fortschritt, der in dem Ersatz der Abtrittsgruben durch Tonnen liegt, überall anerkannt. Eine Verunreinigung des Bodens ist im Grossen und Ganzen ausgeschlossen. Die Verunreinigung der Luft ist unter allen Umständen geringer, als bei Gruben und zwar in demselben Verhältniss, in welchem die Tonnen kleiner sind, als die Gruben; auch mag die Ventilation eines kleinen Behälters sich mit besserem Erfolge durchführen lassen. Da sich die Tonnen genauer verschliessen und leichter entleeren lassen, als die grossen unbeweglichen Behälter, so verdienen sie auch in dieser Beziehung den Vorzug vor Senkgruben.

Es muss zugegeben werden, dass sich dem Tonnensystem in grossen Städten bedeutende Schwierigkeiten entgegenstellen; dass aber diese Schwierigkeiten bei mittelgrossen Städten nicht unbehebbar sind, lehrt der Umstand, dass das Tonnensystem thatsächlich in ziemlich bedeutenden Städten anstandslos fungirt. Das Tonnensystem ist eingeführt in Graz mit 100.000 Einwohnern, in Rochdale mit 64.000 Einwohnern, in Augsburg in 800 Häusern, in Birmingham in 5000 Häusern, in Manchester in 16.000 Häusern u. s. w.*)

Das Trockenerde-System nach Moule.

Dieses System besteht darin, dass entweder durch eine selbstthätige Vorrichtung oder mittelst Hand und Schaufel auf die frischen Excremente jedesmal trockene gesiebte Erde aufgestreut wird. Durch dieses Verfahren wird eine vollständige Geruchlosigkeit und zwar auf die Dauer erreicht. Der Grund dieser Erscheinung muss in einer Zersetzung der organischen Substanzen durch die Erde liegen, welche auch in dem Verschwinden der Excremente und selbst des Papieres unter den übrigen Bestandtheilen des Düngers beobachtet wird.

Es ist jedoch wesentlich, dass die Erde vorher getrocknet wird und dass man eine hinreichende Quantität derselben (1 Kilo für jeden Stuhlgang) anwendet. Ferner muss bei dem Trockenerde-System die Entfernung der Küchenabfälle, der Regenwässer und des verbrauchten Wirthschaftswassers auf eine von diesem System ganz unabhängige Weise vor sich gehen.

*) Mittermaier, l. c., p. 26.

Am wirksamsten erweist sich eine viel Thonerde und kieselsaure Verbindungen enthaltende Erde, dann lehmhaltige Gartenerde. Sand und Kies haben dagegen eine sehr schwache Wirkung. Wird die Mischung der Erde eine Zeit lang aufbewahrt und getrocknet, so kann sie wieder benützt werden, und bei manchen Erdarten kann das drei- bis viermal, ja noch öfter, wiederholt werden.

Die mit den Excrementen vermischte Erde hat für die Landwirthschaft einen grossen Werth. Der völlig geruchlose Dünger kann im trockenen Zustande Monate lang aufbewahrt und auf Fuhrwerken beliebiger Art abgeführt werden.

Der Einführung dieses Systems in grossen Städten stellt sich die unüberwindliche Schwierigkeit entgegen, genügende Mengen von getrockneter Erde zu beschaffen und dann die kolossalen Massen des Erddüngers wieder wegzutransportiren. Dagegen bewährt sich diese Einrichtung sehr vortheilhaft in einzeln stehenden Gebäuden, auf Dörfern und am Lande, überhaupt überall dort, wo es an Erde und Raum nicht fehlt und auch die Abfuhrkosten wegfallen oder ein Geringes betragen.

Canalsystem.

Das Unschöne und Gefährliche der Ansammlung von Dejecten hat man schon in alter Zeit gekannt und eingesehen, dass diese Massen schleunigst fortgeschafft werden müssen.

Man übergab sie unterirdischen, allmälig abfallenden Canälen und liess das Regenwasser dafür sorgen, dass es zeitweilig diese Massen bis zur Breiform verdünne und soweit verflüssigt, auf schiefer Ebene weiter führe. Dergleichen an vielen Orten schon seit undenklichen Zeiten bestehende Canäle entsprechen in den seltensten Fällen den Satzungen der Gesundheitslehre. Meist haben diese Canäle nur ein ungenügendes Gefälle, wenigstens in einem Theile ihres Verlaufes, dabei sind ihre Wandungen und ihre Sohle durchlässig und so stellen sie langhingestreckte, unter einander communicirende Senkgruben vor, in denen die Massen äusserst träge sich fortwälzen oder völlig stagniren, faulen und durch die bei der Fäulniss entstehenden gasigen und flüssigen Producte Luft und Boden verderben.

Nach und nach lernte man die Erfordernisse kennen, die nöthig sind, dass ein Canalsystem befriedigend functionire.

Eine der wichtigsten Bedingungen für eine gute Canalisation ist die genügende Versorgung einer Stadt mit grossen Wassermengen. Das Wasser ist einerseits nöthig, damit jeder Abort mit Wasserverschlüssen zur Abhaltung der Canalgase und mit Wasser zur Spülung nach jedesmaliger Benützung des Abortes versehen ist, weiter um täglich oder wenigstens einigemal wöchentlich das ganze Canalsystem oder mindestens einzelne Theile desselben nach bestimmter Ordnung zu durchspülen. Die Menge des zu diesen Zwecken zuzuleitenden Wassers in Städten mit Schwemmcanälen ist sehr gross, sie beläuft sich, wie die Erfahrung lehrt, bis auf 200 Liter für jeden Kopf der Bevölkerung täglich.

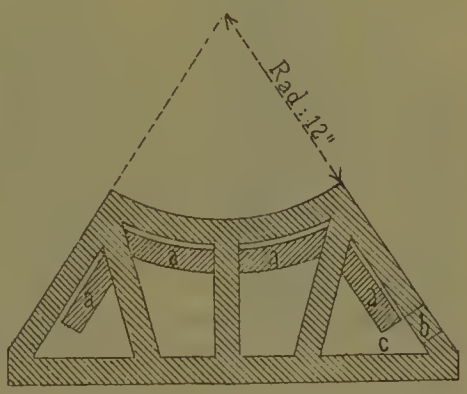
Ein gutes Canalsystem muss ein nach den Richtungen einer Stadt sich verzweigendes Röhrennetz darstellen, bei dem die kleinen Canäle unter einem spitzen Winkel in die grösseren münden.

Die kleinsten Canäle, unter der Kellersohle verlaufend, führen den Unrath aus den Häusern den Strassencanälen zu; mehrere Strassencanäle münden wieder in einen grösseren Sammelcanal und die Sammelcanäle vereinigen sich zu einem Hauptcanal.

Zu Hauscanälen benützt man Röhren aus gebranntem Thon, Metall oder Asphalt von 160 bis 340 Millimeter Durchmesser. Zu Strassencanälen verwendet man meist weite, innen glasirte Thonröhren. Die Sammelcanäle und die Haupteanäle werden dagegen aus Mauerwerk und so gross hergestellt, dass deren Begehung möglich ist.

Die beste Form für die als Strassencanäle fungirenden Thonröhren, sowie für die Sammel- und Hauptcanäle ist jene, bei der der Querschnitt dieser Leitungen die Eicontur mit dem schmalen Ende nach unten zeigt. Diese Form der Canäle ermöglicht es, dass, wenn der Canalinhalt seiner Menge nach ein geringer ist, dennoch derselbe, da er auf einen engen Raum angewiesen ist, verhältnissmässig hoch steht, wodurch die Druckkraft erhöht und der Abfluss begünstigt wird, so dass sich wenige Ablagerungen auf dem Boden und den Wänden ansetzen können. Als Fundament zu den gemauerten Canälen bieten den grössten Vortheil hartgebrannte Sohlstücke aus Thon von der in Figur 105 abgebildeten Form. Die Oeffnung bei *b* ist etwa 1 Zoll gross und bestimmt, das aus dem Erdboden abfliessende Wasser in den Hohlraum c gelangen zu lassen, von wo aus dasselbe in die andern Sohlstücke weiter fliesst; *a* bezeichnet das sichtbare Muffenende des folgenden Sohlstückes. Auf das als Grund dienende Sohlstück aus Thon wird der übrige Canaltheil mit gut gebrannten Backsteinen (Ziegeln) und mit Cement aufgemauert oder in neuerer Zeit auch mit Beton hergestellt. Da die Thonsohle total undurchlässig ist, so wird eine Durchsickerung des Canalinhaltes nach unten hin, so lange die Höhe des Flüssigkeitsstandes im Canal eine gewisse Höhe nicht überschreitet, vollkommen verhütet.

Fig. 105.



Eine weitere wesentliche Bedingung eines guten Canalsystems ist eine richtige Proportion des Profils der verschiedenen Canäle. Bei einem Canalsystem, welches dazu bestimmt ist, sowohl das Wasser von der Erdoberfläche als auch die Feuchtigkeit des tieferen Erdbodens abzuleiten, ist es nöthig, dass die Canäle hinreichenden Durchmesser und genügenden Fall haben, um selbst den grössten Zufluss ununterbrochen fortzuleiten. Dieser Zufluss hängt natürlich hauptsächlich von dem beim Regenfall in den Canal abfliessenden Wasser ab und von der Menge der Flüssigkeit, welche

aus andern Ursaehen (Water-Closets, Hauswässer) in die Röhren gelangen. Es soll demnach die Capacität der Leitungsröhren mit Rücksicht auf das innerhalb einer Stunde fallende grösstmöglichste Regenwasserquantum und ausserdem auf den grössten stündlichen Zufluss von verbrauchten Wirthschaftswässern eingeriehtet sein. Zur Vermeidung von Ueberschwemmungen bei plötzliehen wolkenbruehartigen Regengüssen dienen Vorkehrungen (Nothauslässe, Parallel-Canäle u. s. w.), die mit Klappenvorrichtungen versehen sind, durch welche der Canal, sobald er gefüllt ist, nach dem näehsten offenen Wasserlaufe entlastet wird.

Man könnte glauben, es sei, um allen Fällen Rechnung zu tragen, angezeigt, die Canäle gleieh von vorneherein möglichst gross anzulegen. In dieser Beziehung kommt jedoch in Betracht, dass Leitungen, die grösser und weiter sind, als nöthig ist, bezüglieh der Schwemmung unvortheilhaft wirken. In einem Canalsystem von kleinerem Quersehnitte wächst die spülende Kraft des Wassers, und der Widerstand der Schmutzwässer verringert sieh, so dass die Händearbeit für die Reinhaltung der Leitungen unnöthig wird. Beschränkung der Grösse des Querprofils ist daher eine moderne Anforderung an ein gutes Canal-Sehwemmsystem.

Ein gutes Canalsystem soll tief liegen. Wenn nämlich ein System tief liegender Canäle gebaut wird, in der Art, dass die Sohle der Canäle oder gar die Canäle in ihrer Gesammtheit in das Grundwasser eintauehen, so wird damit eine starke Drainage des Erdbodens herbeigeführt. Denn auch bei den dichtesten Canälen besteht eine gewisse Durehdringliehkeit der Wände, so dass ein Durchsickern der Bodenfeuehtigkeit in die Canäle stattfindet. Ganz besonders vorzüglieh für die Drainage eignen sich jene Canäle, zu deren Bau die oben beschriebenen Sohlenstüeke aus Thon verwendet wurden. Viele Erfahrungen haben thatsäehlich gelehrt, dass mit der Anlage der Canäle das Grundwasser sinkt und die Kellerwohnungen troeken werden. Die Tieflage der Canäle schützt dieselben im Winter vor Beschädigung durch Frost und ihren Inhalt vor dem Einfrieren.

Die Canäle müssen mögliehst in geraden Linien und mit einem derartigen Gefälle angelegt sein, dass einerseits die ungelösten, fein vertheilten Gegenstände weggesehwemmt werden und keine Ablagerungen stattfinden und dass andererseits die Canäle nieht trocken laufen. Es muss deshalb sowohl ein zu sehwaches als aueh ein zu starkes Gefälle vermieden werden. Die Erfahrung lehrt, dass diesen Forderungen am nächsten entsprochen wird, wenn die Abflussgesehwindigkeit in Canälen, die einen Durchmesser von 1 Meter und darüber haben, mindestens 0·6—0·8 Meter in der Seeunde, für kleine Canäle von 0·15—0·5 Meter Durehmesser mindestens 0·1 Meter betrage, so dass das Wasser in grossen Canälen einen Weg von 2 Kilometer in der Stunde zurüeklegt. Dieses Gefälle wird erreieht, wenn die kleinen Canäle auf je 48 Meter, die grossen Canäle auf je 100—360 Meter um einen Meter abfallen.

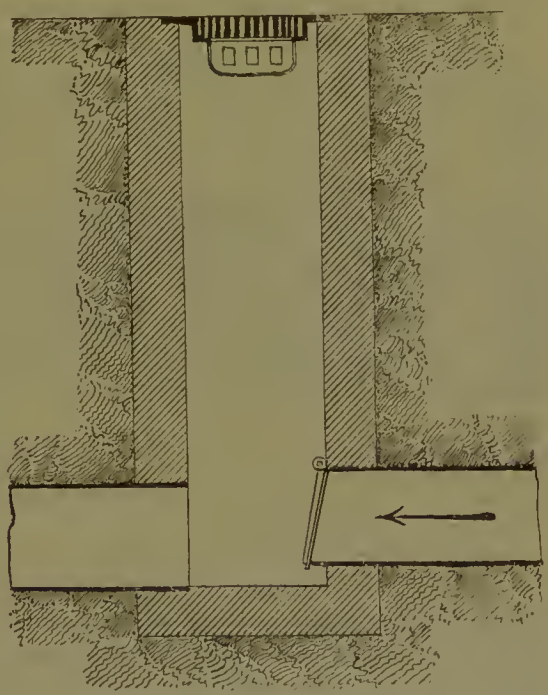
Bei einem hügeligen Terrain ist es häufig nöthig, die Cloakenstoffe an gewissen Stellen mittelst Maschinen zu heben, weshalb man sogenannte Pumpstationen anlegt.

Rinnsteine und Gossen sollen mit den unterirdischen Leitungen durch Giesslöcher, welche mit Gittern und Syphonventilen zur Verhütung des Entweichens von Canalgasen versehen sind, in Verbindung stehen.

Vom gesundheitlichen Standpunkte muss weiter gefordert werden, dass die Canäle keine Ansammlung der übelriechenden Gase, welche jedes Schmutzwasser unvermeidlich abgibt, gestatten, dass die Canalleitungen durch zahlreiche Oeffnungen mit der äusseren Luft in Verbindung stehen und die Haupt- und Sammelcanäle ventilirt werden.

Zum Zwecke der Canalventilation errichtet man sogenannte Canalschachte (Fig. 106), deren Schachtdecke ein eiserner Rahmen mit durchbrochenem, rostähnlichen oder siebförmigen Verschlussdeckel bildet. Damit die Gase nicht weitere Strecken der Canäle durchziehen können, werden die in die Schachte einmündenden Röhren durch Klappen abgeschlossen, die sich, der Richtung des Stromes und der Wassermenge entsprechend, selbstthätig öffnen. Um Verstärkung der Strassenluft durch die aus dem Schachte austretenden Canalgase zu verhüten, werden in dem oberen Theil des Ventilationsschachtes Körbe angebracht, welche Desodorisirungsmittel enthalten, über welche das Canalgas streichen muss, bevor es in's Freie gelangt.

Fig. 106.



Für die Ventilation der Hauscanäle ist eine Röhre, welche die Gase bis über's Dach hinausführt, völlig ausreichend.

Zur Abhaltung des Eindringens der Canalgase in Häuser und Wohnungen ist die Anbringung von Klappen und Wasserverschlüssen sowohl an der Einmündungsstelle der Hauscanäle und der Strassencanäle als auch bei jedem einzelnen Abort nöthig.

Die Zusammensetzung der Canalgase wechselt in jedem einzelnen Falle und an verschiedenen Stellen derselben Canalleitung sehr bedeutend, namentlich ist die Art und Grösse der Ventilation der Canäle von massgebendem Einfluss.

In gut ventilirten Canälen fand Letheby nur 0·532% Kohlensäure, reichliches Ammoniak und nur Spuren von Schwefelwasserstoff und Kohlenwasserstoffen. Sauerstoff fast so viel wie in der Atmosphäre.

Die Luft schlechter Canäle, wie sie Gaultier de Claubry bestimmte, enthielt 3·4% Kohlensäure und 1·25% Schwefelwasserstoff und weit weniger Sauerstoff (17·4%) als in der atmosphärischen Luft enthalten ist.

Die Canalluft enthält reichliche Mengen solcher Substanzen, die übermangansaures Kali zersetzen. Die eigentlich schädlich wirkenden Bestandtheile der Canalgase kennen wir nicht, wir sind aber mit Rücksicht auf unsere gegenwärtigen Kenntnisse über Fäulnissvorgänge berechtigt, anzunehmen, dass Canalgase solche gesundheitlich bedeutsame Stoffe in reicher Menge enthalten.

Bei englischen Aerzten steht die Ueberzeugung fest, dass mit der Canalluft, wenn Typhusstühle in die Canäle gerathen sind, der specifische Typhuskeim in den Häusern Verbreitung finden kann. Man will verschiedene Epidemien von Darmtyphus in dieser Weise erklären und führt bezüglich dieser an, dass wiederholt in Gruppen von Häusern, an deren Canalisation gewisse gemeinsame Mängel nachgewiesen wurden, Typhus stärker auftrat als in anderen. Aehnliche Fälle ereigneten sich auch in Frankreich und Deutschland, besonders lehrreich sind jene in Cöln. Als nämlich während eines strengen Winters der Ausfluss des Stadtcanals durch das theilweise Zufrieren des Rheins gehemmt war, entwickelte sich in der betreffenden Stadtgegend in allen Häusern, deren Abtritte mit dem Stadtcanal in unmittelbarer Verbindung standen, ein gastrisch nervöses Fieber, welches mehrere Opfer forderte. Offenbar drangen die Fäulnissgase aus dem Canale und den Kothröhren in das Innere der Häuser; denn das Fieber begrenzte sich gerade in demjenigen Hause, in welchem die letzte Einmündung der Kothröhren in den Stadtcanal sich vorfand. Wo die Verbindung mit dem Canal fehlte, trat auch kein Fieber auf*).

Was die Zusammensetzung des Canalwassers betrifft, so variirt dasselbe je nach den localen Verhältnissen ausserordentlich. Namentlich ist die Grösse der Spülung von der hervorragendsten Bedeutung. Bei einer reichlichen Spülung ist das Canalwasser nicht concentrirter als ein schlechtes Brunnenwasser. Das Berliner Canalwasser enthielt in einer Million Theile:

Trockenrückstand	886	
Suspendirtes	177	886
Gelöstes	709	
Unorganischer Rückstand	606	886
Organischer Rückstand	280	

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Canalwassers hat man folgende Organismen gefunden: Infusorien, und zwar: Monaden, Euglenien, Amoeben, Vortieellen, Colepinen, Parame-

*) Eulenburg, Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen. Braunschweig 1865, p. 347.

cien, Oxytrichinen; Räderthierchen: Rotifer vulgaris; Algen: Diatomaceen, namentlich Navicula, Diatoma, Pleurostaurum, dann Baccillaria, Ulothrix, Protococcus, ferner Oscillaria, Phormidium, Spirulina; Pilze: Hefeformen wie Arthrococcus lactis, Cryptococcus cerevisiae, Mycoderma aceti, Oidium lactis, Mucor racemosus, Penicillium glaucum, dann Bacterien.

Werden die genannten Anforderungen, die an ein gutes Canalsystem gestellt werden müssen, erfüllt, so bietet dieses System folgende Vortheile:

1. Es entfernt allen städtischen Unrath, sei er welcher Art immer, schnell, höchst bequem und reinlich.

2. Dieses System erfordert keine Mitwirkung der Bewohner und macht die polizeiliche Aufsicht über den Verbleib des Unrathes überflüssig.

3. Es trägt wesentlich zur Trockenlegung des Bodens bei.

Diesen Vorzügen gegenüber bleiben selbst in Bezug auf ein rationell angelegtes und betriebenes Canalsystem einige wichtige Bedenken gerechtfertigt.

Man hat vor Allem die Besorgniss ausgesprochen, dass die Wasserverschlüsse, welche das Aufsteigen schädlicher Gase aus den Strassenröhren in die Hausröhren hindern sollen, ihren Zweck nur unvollständig erfüllen, dass insbesondere nach einiger Zeit, wenn das in dem Verschlusse befindliche Wasser sich mit den Gasen gesättigt hat, ein Entweichen der Gase gegen die Hausrohre hin eintreten kann.

Dieses Bedenken kann allerdings an Gewicht verlieren, wenn man im Innern der Häuser die einzelnen Abschnitte der Röhrenleitung wiederum mit Wasserverschlüssen versieht, weiter eine Anzahl von Ventilationsröhren anbringt, indem man entweder die Fallröhren über das Dach verlängert (man kann sie auch mit den Dachrinnen in Verbindung setzen), oder durch die Verbindung mit Feuerstätten zu ventiliren sucht; allein selbst bei den besten Einrichtungen dieser Art lehrt die Erfahrung, dass auf absolute Geruchlosigkeit nicht mit Bestimmtheit gerechnet werden kann, dass Canalgase mitunter mit Gewalt selbst durch Waterclosets in die Wohnungen eindringen, sobald die Gase einen hohen Grad von Spannung erreichen. Es geschieht das entweder durch starke Gasentwicklung bei ungewöhnlich hoher Temperatur, oder bei heftigen Regengüssen, wenn die Regenrohre zugleich zur Ventilation der Canäle verwendet werden. Füllen sich nämlich die Regenrohre rasch mit Wasser, so können die Ausdünstungen der Canäle durch jene nicht austreten, sondern werden zum Theil in die Abtrittsrohre gedrängt. Ferner ist dies der Fall, wenn in einem Hause an mehreren Stellen stark geheizt wird, wodurch eine Ansaugung der Canalgase aus den Hausrohren mit Ueberwindung etwaiger Syphons, Closetklappen und sonstiger Ventile erfolgt. Auch werden alle Ventile mit der Zeit defect und sind, sofern es Wasserventile sind, dem Einfrieren ausgesetzt. So ist es denn immerhin möglich, dass auch bei den besten Schwemm-

canälen schädliche Gase und mikroskopische Krankheitskeime in die Wohnungen gelangen und daselbst ihre gesundheitlich nachtheilige Wirksamkeit entfalten.

Man hegt Zweifel, ob selbst bei einer continuirlichen reichen Spülung die vollständige Entfernung aller Unrathsstoffe bewirkt werde. Bei den vielen Biegungen der Canäle, den Gefällsveränderungen, bei der Ungleichheit des Wasserstandes in verschiedenen Theilen der Leitung und bei der Möglichkeit, dass durch Zufrieren oder durch hohen Wasserstand des die Canäle aufnehmenden Flusses der Ausfluss gehemmt werde, sei die Ablagerung fester Stoffe an einzelnen Stellen nicht ausgeschlossen. Wenn derartige Ablagerungen nicht schnell genug durch Menschenhand entfernt werden, oder wenn sie überhaupt zufällig in nicht begehbaren Canälen sich ablagern, so können die grössten Missstände hieraus erwachsen, da sich einzelne Abtheilungen der unterirdischen Leitung verstopfen und hiedurch zu verpestenden Ueberschwemmungen Anlass bieten können. Alle diese Uebelstände werden selbstverständlich umsoweniger zur Geltung kommen, je rationeller und sorgsamer bei der Canalanlage und deren Betrieb auf solche Eventualitäten vorgedacht wird.

Besonders zahlreich sind die Bedenken, welche in Bezug auf mögliche Undichtigkeit und Durchdringlichkeit der Canal- und Röhrenwände geäussert werden. Es handelt sich hier nicht sowohl um grosse Brüche und Spalten, da diese beim Begehen der Canäle ohne grosse Schwierigkeiten zu erkennen sind und bald wieder ausgebessert werden können, vielmehr ist darauf Bedacht zu nehmen, dass der Canalinhalt bei seiner Zersetzung einen sehr nachtheiligen Einfluss auf Eisen, Mörtel und Mauersteine ausübt, so dass dieselben unter fortschreitender, chemischer Veränderung verwittern, wodurch selbst sehr starke und dicke Wandungen nach und nach gelockert, verdünnt und undicht gemacht werden. Doch wird von einzelnen Seiten behauptet, dass bei der neueren Canalconstruction mit guten Backsteinen, Cement und Thonsohle kein Durchdringen stattfinde und dass dies nur in den alten, schlecht gebauten Canälen der Fall sei.

Man kann aber auch noch in einer anderen Richtung die Frage der Durchlässigkeit der Canalwände discutiren. Wenn nämlich, wie früher besprochen wurde, die Steine für Grundwasser und Bodenfeuchtigkeit soweit durchgängig sind, dass die Canäle wie Drainröhren wirken und eine Entwässerung des Bodens bedingen können, so liegt die Betrachtung nahe, dass möglicherweise auch ohne allen Bruch und Verwitterung durch die Continuität des Mauerwerkes hindurch eine Ausschwitzung von Canalflüssigkeiten nach aussen stattfinde, dass, wie bei anderen porösen Scheidewänden, ein gegenseitiger Austausch, gewissermassen eine Exosmose und Endosmose der Stoffe, eintreten könne. Der ganze Untergrund würde dadurch mit Canaljauche getränkt und alle aus einem unreinen Boden für Luft und Wasser entspringenden Gefahren ermöglicht. Dieser Erwägung gegenüber

muss aber betont werden, dass bei einem tiefliegenden Canal der äussere Druck, durch welchen das Bodenwasser in die Leitung getrieben wird, ein hoher ist, während innen, wo die Flüssigkeiten schnell fortgleiten und zudem ein grosser Theil des Raumes nur mit Luft gefüllt ist, ein sehr geringer Seitendruck ausgeübt wird. Nur bei Hochwasser könnte vorübergehend dieser Seitendruck sehr steigen, indess ist ein solcher Zustand nach unseren meteorologischen Verhältnissen gewöhnlich ein sehr kurz vorübergehender. Auch würde gerade dann das Canalwasser so verdünnt sein, dass ein etwaiges Durchschwitzen kaum nachtheilige Folgen haben dürfte. Immerhin folgt aus diesen Erwägungen, ein wie grosses Gewicht gerade vom hygienischen Standpunkte aus auf die Vorzüglichkeit des Materials und auf die Genauigkeit der Arbeit beim Canalbau gelegt werden muss*).

Die Hauptschwierigkeit der Schwemmcanalisirung besteht darin, den Canalinhalt in unschädlicher Weise los zu werden. Der Canalinhalt wird behufs Weiterschaffung meist Flüssen übergeben; geschieht dies noch innerhalb der Stadt, indem man die verschiedenen Hauptcanäle an beiden Ufern des durch die Stadt ziehenden Flussstückes münden lässt, so wird das Flusswasser schon innerhalb der Stadt in einer für die Gesundheits- und Salubritätsverhältnisse höchst bedenklichen Weise verunreinigt. Es kommt hiebei nicht blos in Betracht, dass aus einem auf solche Weise verunreinigtem Flusse offensive Gase in Fülle entweichen, dass das Flusswasser zu vielen häuslichen und industriellen Zwecken unbrauchbar wird, sondern auch, dass unter Umständen das Flusswasser mit dem porösen Untergrund und dem Grundwasser communicirt und daher im Laufe der Zeit durch den periodischen Wechsel seines Wasserstandes dem Erdboden und den Brunnen einen guten Theil seiner Schmutzwässer wieder zurückgeben wird. Diese Uebelstände werden um so intensiver zur Geltung kommen, je kleiner die Wassermenge des Flusses ist und mit einer je schwächeren Strömung er fliesst.

Wenn man bei den neuen Schwemmcanälen die Hauptcanäle nicht schon innerhalb der Stadt in den Strom münden lässt, sondern dieselben, so lange sie noch durch die Stadt laufen, parallel zum Strome führt und erst in genügender Entfernung von der Stadt in den Strom entleert, so ist das zwar für die eigene Stadt, nicht aber für die allgemeine Salubrität von Nutzen, da durch diese Einrichtung nur die Modification auftritt, dass der Fluss statt in der Stadt etwas tiefer unter der Stadt verunreinigt wird.

Mag man auch zugeben, dass sehr wasserreiche Flüsse durch Einleitung der Excremente einer einzelnen Stadt noch nicht zu überaus gefährlichen Potenzen werden, so kann es doch nicht als der Salubrität und den Anforderungen der öffentlichen Gesundheit entsprechend angesehen werden, wenn alle zu einem Flussgebiete gehörigen Städte in dieser Art sich ihres Unraths entledigen möchten.

*) Ueber die Canalisation von Berlin, Gutachten der königl. wissenschaftl. Deputation f. d. Medicinalwesen. Berlin 1868.

Wenn in volkreichen und gewerbethätigen Ländern Stadt auf Stadt ihren sämmtlichen Unrath dem Flusse zuwendet, so kann derselbe eine wahrhaft schauderhafte Umwandlung erleiden. Zur Zeit, als die Canäle noch innerhalb Londons sich in die Themse entleerten, erreichte der Gestank des Flusses im heissen Sommer 1858 einen aussergewöhnlichen Höhepunkt und Schwefelwasserstoff war in der Luft leicht nachweisbar; John Simon*) liess über 200 beliebige Personen, welche auf und in der Themse beschäftigt waren, namentlich Capitäne und Beamte der Dampfboote ärztlich untersuchen und es stellte sich heraus, dass sie fast ausnahmslos an Krankheitserscheinungen litten, welche auf Schwefelwasserstoff-Vergiftung zurückgeführt werden mussten.

Auch bezüglich vieler anderen Flussgebiete Englands, Frankreichs und Deutschlands ist constatirt, dass daselbst eine höchst bedenkliche Verunreinigung derselben vorliege, zu welcher ausser den Industrie-Abfällen die grossen Massen animalischer Auswurfsstoffe beitragen. Als Folge davon stellt sich Verschlammung der Flussläufe ein, welche durch die Ablagerungen an den Ufern Luftverderbniss, sowie durch ihre Communication mit dem Grundwasser Brunnenverderbniss herbeiführt.

Um auch in dieser Beziehung Abhilfe zu schaffen, wurden zahlreiche Methoden der Unschädlichmachung des Canalwassers in Vorschlag und Ausführung gebracht. Die wichtigsten derselben sind:

1. Man entfernt durch Präcipitation unter Anwendung geeigneter Chemikalien (Süvern'sche Masse, Müller-Schür'sche Masse, Kalk, Magnesiaphosphat u. s. w.) einen Theil der Cloakenstoffe. Das Bestreben dieser Methode ist besonders darauf gerichtet, die in dem Canalwasser enthaltenen gesundheitsgefährlichen, aber für Düngezwecke verwerthbaren Stoffe in einen transportablen Dung umzuwandeln. Obgleich manche dieser Verfahren einzelne Erfolge aufweisen, so ist es ihnen doch unbestreitbar nicht gelungen, die Canalwässer im Durchschnitt so weit zu reinigen, dass man ihr Einlaufen in fliessendes Wasser gestatten könnte.

2. Man unterzog das Canalwasser, bevor man es in Flüsse abfliessen liess, einer Reinigung, die darin bestand, dass man das Canalwasser durch Sand-, Kies- oder andere Erdschichten filtriren liess. Der Effect dieser Filtration hängt von der Qualität der Erde ab und ist in einem porösen, von Luft leicht durchdringbaren Boden vollständiger als in einem dichten. Die diesbezüglich gemachten Versuche lehren, dass die suspendirten Stoffe in gewissen Böden gänzlich entfernt werden und dass der organische Kohlenstoff und Stickstoff nach der Filtration bedeutend vermindert ist. Nebst der mechanischen Wirkung des Filters kommt also noch eine chemische hinzu, die wesentlich auf Oxydation beruht, indem die organischen Stoffe sich grösstentheils in Kohlensäure, Salpetersäure und Wasser verwandeln. Hieraus erhellt die Nothwendigkeit einer fortwährenden Lüftung der filtrirenden Erdschichten, welche am

*) John Simons, 2 report. London 1859. S. 54.

besten dadurch bewirkt wird, dass man die in Verwendung stehende Bodenfläche in etwa vier gleiche Theile theilt, von denen einer nach dem andern den Canalinhalt 6 Stunden lang aufnimmt. Die Filtration ist also eine intermittirende. Der Boden muss zu diesem Zweeke geebnet und in der Tiefe von 2 Metern drainirt werden, die Drainröhren vereinigen sich zu einem gemeinschaftlichen Canal, der das filtrirte Drainröhrenwasser in einen Fluss abführt. Die Resultate dieses Verfahrens werden von manchen Seiten als sehr zufriedenstellend geschildert. Allein bei diesem Verfahren wird der Dungwerth nicht ausgenützt; auch ist die Ansammlung von festen Fäcalstoffen auf der Oberfläche und im Innern eines Bodens, der keine Vegetation ernährt, sehr bedenklich. Das filtrirte Wasser ist aber so klar, farblos und führt so wenig organische Substanzen, dass es unbedenklich in Flüsse abgelassen werden kann.

3. Man reinigte die Canalwässer durch Berieselung. Die Bericselung ist nichts Anderes als eine intermittirende Bodenfiltration mit dem Unterschied, dass die vom Boden zurückgehaltenen Theile durch Anlage und Pflanzung von Culturen auf den berieselten Flächen in organische Gebilde und zwar in gut verwerthbare Bodenerzeugnisse umgewandelt werden.

Zu diesem Zwecke werden breite Furchen in den Boden gezogen; das Cloakenwasser wird, nachdem es durch Präcipitation in Absitzbassins von den gröberen in demselben suspendirten Bestandtheilen befreit wurde, in offene, oberhalb der Furchen verlaufende Rinnen geleitet und durch ab und zu angebrachte Schleusen zum langsamen Ueberfliessen in diese Furchen veranlasst. Das von den Rieselfeldern ablaufende Wasser wird in Drainröhren gesammelt und in Flüsse eingeleitet.

Ob die Berieselungsanlagen ihrem Zwecke entsprechen oder nicht, darüber gehen gegenwärtig die Anschauungen noch auseinander. Sämmtliche derartige Anlagen sind jung und erst die weitere Erfahrung wird ein endgiltiges Urtheil ermöglichen. Von einzelnen Seiten wird daran fest gehalten, dass die Berieselung das einzige Verfahren sei, welches allen an die Beseitigung der Cloakenstoffe gestellten Anforderungen entsprechen kann, indem es die Cloakenwässer genügend reinigt, ohne Gefährdung oder Belästigung der benachbarten Anwohner von Rieselfeldern ausgeführt werden kann und in landwirthschaftlicher Beziehung den grössten Nutzen gewährt.

Der bei der Reinigung der Cloakenwässer durch Berieselung sich ergebende Effect würde nach den Versuchen von Lawes und Gilbert*) ein bedeutender sein.

Nach diesen Untersuchungen enthielt das Canalwasser vor der Berieselung im Liter:

Unorganische Stoffe	1·30—1·40	Gramm
Organische Stoffe	0·73—0·60	„
Ammoniak	0·12—0·12	„

*) Lawes, J. B., u. Gilbert, Ueber die Zusammensetzung, den Werth und die Benützung des städtischen Cloakendüngers, deutsch von Holtzendorff, Glogau 1869.

Das Wasser nach der Berieselung enthielt:

Unorganische Stoffe	0·53—0·58	Gramm
Organische Stoffe	0·11—0·10	„
Ammoniak	0·01—0·01	„

Es hat sich bis jetzt herausgestellt, dass die Reinigung des Cloakenwassers um so vollständiger wird, je gleichmässiger dasselbe über die Rieselfläche vertheilt wird, je grösser im Verhältniss zur Cloaken-Flüssigkeitsmenge die Rieselfläche ist (man stellt die Regel auf, dass auf je 100 Einwohner ein Hektar Bodenfläche berieselt werden sollte), je langsamer die Filtration vor sich geht.

Was die Leistung der Berieselung in landwirthschaftlicher Beziehung anbelangt, so wird von den Anhängern der Berieselung hervorgehoben, dass die Productionskraft eines jeden Bodens, auch die des besten, durch die Berieselung in enormer Weise erhöht werde. Die bisher angewendete künstliche Düngung aller Art würde durch die Berieselung vollständig überflüssig; dieselbe führe dem berieselten Acker den ausreichendsten Dung in dem geeignetsten Zustande zu; das berieselte Land könne unter keinem Umstande an Wassermangel leiden, der oft die schönsten Hoffnungen des Landmannes vernichtet.

Andererseits fehlt es nicht an abfälligen Urtheilen betreffs der Zweckmässigkeit und des Nutzens der Berieselung. Von einzelnen Berieselungsanlagen wird behauptet, dass sie üble Ausdünstungen verbreiten, dass der berieselte Boden bald übersättigt werde und dann unreines Wasser ablaufen lasse. Ferner wird darauf hingewiesen, dass in Gegenden, wo im Winter der Pflanzenwuchs auf ein Minimum beschränkt ist, eine Reinigung des Canalwassers gar nicht mehr stattfindet. In landwirthschaftlicher Beziehung zeige sich, dass die Rieselanlagen ihre bedeutenden Kosten nicht decken, wenn nicht die Verhältnisse ungewöhnlich günstig sind, z. B. sehr grosse sonst werthlose Flächen (Sanddünen) zur Verfügung stehen. Thatsache ist, dass die finanziellen Ergebnisse der Berieselung selbst in England bis jetzt nur als sehr mässige bezeichnet werden können.

Bezüglich der Winterberieselung hat man in Danzig die Erfahrung gemacht, dass bei wochenlanger strenger Kälte, die bis —19·2° C. stieg, das Canalwasser an der Rieselfarm nie unter 4° fiel; es fror weder in dem Hauptcanal, noch in den offenen Rinnen, doch bildete sich auf den Rieselfeldern öfter eine leichte Eisdecke, unter welcher jedoch der Boden nach wie vor das Rieselwasser einsog. Nur wenn die Berieselung längere Zeit unterbrochen wurde, fror es bei strenger Kälte in und mit dem Boden und machte diesen so fest, dass alle spätere Flüssigkeit ihn nicht mehr aufthauen konnte, sondern darüber wegfloss*).

Die Erfahrungen in Danzig können jedoch betreffs der Winterbericselung nicht für alle Orte maassgebend sein, da dort das Canal-

*) Lissauer, Ueber die Resultate einer mit dem Inhalt englischer Schwemmcanäle ausgeführten Berieselung. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege 1875. S. 728.

wasser in so tiefliegenden Röhren fliesst, dass es von den Schwankungen der Tagestemperatur gar nicht berührt werden kann.

Auch die so überaus wichtige Frage, ob aus den Berieselungsanlagen Nachtheile für die Gesundheit erwachsen, lässt sich bisher nicht mit Bestimmtheit beantworten.

Man führt an, dass in Gennevilliers bei Paris das Canalwasser unrein in den Untergrund abgehe und daselbst eine Versumpfung herbeiführe. Weiter wird behauptet, dass das Rieselfeld durch seine Ausdünstungen belästige und durch sein Grundwasser Brunnen inficire. Auch wird die Beschuldigung erhoben, dass in Gennevilliers durch die Berieselung die Wechselfieber-Erkrankungen erheblich zugenommen haben.

In Danzig dagegen soll das durchgerieselte Wasser von ganz klarer Farbe, geruch- und geschmacklos sein und, chemisch untersucht, sich rein erwiesen haben.

So widersprechen sich in den verschiedenen Fällen die Resultate der bisherigen Beobachtungen und es bedarf noch mehrerer Jahre der Erfahrung, bis es möglich wird, ein sicheres Urtheil über den Werth und die Durchführbarkeit des Rieselsystems abzugeben.

Fünftes Capitel.

Die Leichenbestattung.

Die Leichenbestattung wird von vielen Seiten als eine belangreiche Quelle der Bodenverunreinigung bezeichnet.

Thatsächlich wird auf grossen Beerdigungsplätzen dem Boden eine bedeutende Menge organischer Substanz einverleibt, welche bei ihrer Zersetzung dem umliegenden Erdreich Fäulnissproducte mittheilt und demnach vorerst zur Bodenverderbniss und in Folge deren zu Wasser- und Luftverderbniss führen kann.

Dennoch ist die Furcht vor der Gefahr, die aus Beerdigungsstätten entstehen kann, nur bis zu einem gewissen Grade gerechtfertigt. Wenn bei der Anlegung und Bewirthschaftung der Begräbnissplätze gesundheitliche Rücksichten ausser Acht gelassen werden, dann allerdings machen sich unzweifelhaft mancherlei sanitäre Nachtheile geltend. Ob aber auch in jenen Fällen, in welchen den Forderungen, die vom hygienischen Standpunkte zu stellen sind, völlig entsprochen wird, dennoch gewisse Gefahren und Nachtheile aus der Anlage und Benützung der Friedhöfe resultiren, ist zur Zeit eine noch unerledigte Frage.

Die gesundheitliche Bedeutung des gegenwärtigen Beerdigungswesens lässt sich dann richtig würdigen, wenn man die Veränderungen in Betrachtung zieht, welche der menschliche Körper vom Momente seines Todes eingeht und die Einflüsse jener Umstände sich klar macht, welche durch die Unterbringung der Leiche unter die Erde bedingt werden.

Mit dem Tode des Menschen ist ihm jene Kraft genommen, durch welche er das von der Aussenwelt Eingeführte für den während des Lebens in ihm kreisenden Stoffwechsel, für den Wiederersatz abgenützter, Arbeit leistender Organe seines Körpers verwerthet; mit dem Tode tritt eine Art Wiedervergeltung ein, die Bestandtheile des todten Körpers werden der Aussenwelt zugeführt, dem grossen Stoffwechsel dieser nunmehr dienend. Des Lebens Stoffwechsel geht mit dem Tode in Stoffzerfall über. Die den Körper zusammensetzenden Gebilde verwandeln sich nach und nach in immer einfachere Verbindungen und schliesslich in Wasser, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Ammoniak und in eine Reihe von Mineralsalzen. Dieser Zerfall findet unter Erscheinungen statt, welche man mit „Fäulniss, Verwesung" bezeichnet.

Fäulniss und Verwesung.

Fäulniss ist ein Zersetzungsvorgang, der an gewisse Bedingungen geknüpft ist: zunächst an eine Temperatur, die nicht unter dem Gefrierpunkt und nicht über dem Siedepunkt liegen darf, am besten zwischen 20 und 40° C. sich bewegt, ferner an das Vorhandensein von Wasser und endlich an den Zutritt atmosphärischer Luft; es sind indessen nicht die Gase der Luft, welche bei der Fäulniss die einzige oder die wesentlichste Rolle spielen, sondern zufällige, überall vorhandene Fäulnisserreger (Seite 137). Während der gewöhnliche Sprachgebrauch Fäulniss und Verwesung als ziemlich gleichbedeutende Worte verwendet, charakterisirt Liebig die Fäulniss als einen Zersetzungsprocess organischer Substanzen, wobei neben der faulenden Substanz nur die Elemente des Wassers an der Neubildung von Stoffen Antheil nehmen und derselbe demnach bei Abschluss von Luft vor sich gehen kann, während bei der Verwesung der Sauerstoff der Luft eine hervorragende Rolle spielt und einen mächtigen Antheil an der Bildung der Producte der Verwesung nimmt.

Die Endproducte der Fäulniss und Verwesung entstehen nicht unmittelbar aus dem faulenden oder verwesenden Körper; sie bilden vielmehr die letzte Sprosse einer Leiter, bei welcher die folgende Stufe erst gebildet wird, wenn die untere schon besteht. Diese Endproducte, die Kohlensäure, das Ammoniak, die Mineralsalze u. s. w., sind es nun gewiss nicht, welche eine besonders gesundheitliche Bedeutung haben; dagegen berechtigen uns unsere gegenwärtigen Anschauungen, anzunehmen, dass die während der Fäulniss sich bildenden, flüchtigen oder im Wasser löslichen Zwischenproducte oder die solche Processe stets begleitenden Mikroorganismen, als das eigentlich Giftige anzusehen wären. Unsere Forschungen haben uns hierüber noch wenig Klarheit verschafft, und unser Wissen in dieser Beziehung besteht aus wenigen Bruchstücken. Wie wenig Sicheres auch über den Verlauf und die einzelnen Phasen und Producte der Fäulniss constatirt ist, die Beobachtung der physiologischen Wirkungen der bei der Fäulniss sich bildenden Körper zeigt in positiver Weise, dass sie, sobald sie auf unseren Organismus zur Einwirkung kommen, denselben krank machen.

In letzterer Beziehung liegen vielfache Erfahrungen vor und es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Leichenemanationen und die festen und flüssigen Leichenstoffe, von Contagien ganz abgesehen, unter Umständen sehr gefährlich werden können, wenn wir auch kein ausreichendes Wissen von den Eigenthümlichkeiten haben, die hiebei im Spiele sind, und wenn auch andererseits Hunderte durch Aufenthalt in Secirsälen, bei Ausgrabungen von Leichen und unter ähnlichen Verhältnissen an ihrer Gesundheit nicht beschädigt werden.

Die Leichenzersetzung im Grabe.

Der Verlauf der Leichenfäulniss wird ganz wesentlich modificirt durch die Art und Weise, wie die Leichen bestattet werden. Zwar findet auch unter der Erde der Fäulniss- und Verwesungsprocess statt, weil auch hier die wesentlichen Bedingungen für sie, Wärme, Feuchtigkeit und Luft, vorhanden sind. Allein der Fäulnissprocess wird unter der Erde retardirt, weil die Temperatur, deren Steigen die Zersetzung fördert, mit der Tiefe des Grabes sinkt, weil der Zutritt des Sauerstoffes durch die umhüllenden Grabwände gehemmt ist und nur nach Maassstab der Grösse der jedesmaligen Porenweite der Erdmasse, nach der Dicke der die Leiche bedeckenden, Grab und Aussenwelt trennenden Diaphragmaschichte stattfinden kann. Es werden demnach, von dem Einflusse des Erdreiches vorerst abgesehen, durch die Unterbringung der Leiche unter die Erde, die Zersetzungsvorgänge verlangsamt und die gasigen Emanationen und die verflüssigbaren Leichenstoffe weniger concentrirt, d. h. in der Zeiteinheit geringer auftreten. Casper hat als allgemeinen Satz aufgestellt, dass bei ziemlich gleichen Durchschnitts-Temperaturen in Betreff des Zersetzungsgrades eine Woche Aufenthalt der Leiche in freier Luft acht Wochen Lagerung auf gewöhnliche Weise in der Erde entspricht.

Nun kommt aber noch ein zweites, sehr wichtiges Moment bei der Leichenfäulniss im Grabe in Betracht. Wie bekannt, besitzt die Ackerkrume die überaus bedeutsame Fähigkeit, einen grossen Theil jener Substanzen, welche beim Zerfall thierischen Gewebes entstehen, in sich zurückzuhalten und deren Abgabe an die Pflanzen zu vermitteln.

Diese vorzügliche Eigenschaft des Erdreiches ist es nun hauptsächlich, auf welche gestützt eine grosse Zahl Hygieniker jede Gefahr einer Luft- oder Wasservergiftung durch die bestatteten Leichen für den Fall negirt, sobald bei der Wahl der Friedhofsanlage und bei dem Betriebe des Friedhofes hygienischen Grundsätzen entsprechend vorgegangen wird. Man meint, dass das die Leiche allseitig umgebende Erdreich einerseits wie ein Filter und andererseits wie ein Absorbens wirke, sowohl die verflüssigten Leichenstoffe als auch die Fäulnissgase zurückhalte und auf diese Weise das Grundwasser und die Atmosphäre vor Beimischung mit schädlichen Substanzen bewahre.

Man unterstützt diese Anschauung sehr häufig mit dem Hinweise, dass das Wasser von Brunnen, welche in unmittelbarer Nähe der Friedhöfe oder sogar auf den letzteren selbst angelegt sind, im Allgemeinen nicht nur nicht schlechter, sondern zuweilen sogar reiner ist, als das Wasser in den übrigen Pumpbrunnen der Städte.

Weiter wird angeführt, dass die fäulnissfähigen Stoffe der menschlichen Leichen qualitativ und quantitativ fast verschwindend sind gegen die Massen, welche der Mensch bei Lebzeiten der Luft, dem Boden und dem Wasser überliefert. Bei einer mittleren Sterblichkeit von 24 auf 1000 und einem Durchschnittsgewicht der Leiche von 40 Kilo mit 32·5% organischen Stoffen liefern 1000 Menschen jährlich 312 Kilo organische Substanz in ihren Leichen. An Auswurfsstoffen geben dieselben nach Wolf und Lehmann jährlich 33.170 Kilo, zusammen 28.353 Kilo fäulnissfähiger Substanz. Der Mensch liefert demnach in seiner Leiche nur 1·1% derjenigen organischen Stoffe, welche er bei Lebzeiten ausscheidet, ja bei Berücksichtigung der sonstigen Abfälle kaum 0·5%.

Zudem sind nach Fleck's*) Untersuchungen der Gräberluft schädliche Gasarten nicht gefunden worden; Fleck fand gar nicht Schwefelwasserstoff, sehr wenig Ammoniak, dagegen reichlich Kohlensäure. Doch erwähnt er den eigenthümlichen Umstand, dass die Grabergase auch noch nach der Entfernung der Kohlensäure und des Ammoniaks einen eigenthümlichen Geruch behielten, der, als sogenannter Leichengeruch bekannt, der Anwesenheit noch anderer gasförmiger Verbindungen zuzuschreiben ist, für deren Aufsuchung und Bestimmung zur Zeit noch die Mittel fehlen.

Diesen Anschauungen und Ausführungen über die Ungefährlichkeit der Friedhöfe stehen aber mancherlei Erfahrungen gegenüber, die durchaus nicht für eine vollständige Gefahrlosigkeit der Beerdigungsplätze sprechen. Es sind zahlreiche Fälle constatirt worden, wo das durch die Leichenflüssigkeiten der Beerdigungsplätze inficirte Wasser schwere Gesundheitsschäden gebracht hat. Mehrfache Typhus-Epidemien liessen sich in einen strengen Causalnexus mit dem Genusse derartigen Wassers bringen. Erkrankungen aller Art mussten auf die gleiche Ursache zurückgeführt werden; Quellen, denen das Wasser der Friedhöfe zufloss, wurden deshalb behördlich ausser Benützung gebracht. Andererseits sind mehr oder weniger schwere Beschädigungen durch die gasigen Emanationen bestatteter Leichen unzweifelhaft nachgewiesen worden. Diese beziehen sich theils mit Wahrscheinlichkeit auf Infection mit ansteckenden Krankheiten, welche an den Leichen noch constatirt werden konnten, theils auf Infectionen, die nur auf die Leichengase als solche bezogen werden können. Riecke und Galtier haben Fälle beider Art zusammengestellt, welche sich gegen strenge Kritik halten.

Man hat die Leichengase oft schon einige hundert Meter vom Kirchhofe entfernt gerochen. Es geschieht dies

*) Fleck, 3. Jahresbericht 1874. S. 43.

dann, wenn diese Emanationen, welche nicht blos von der Leiche direct, sondern auch von dem sie umgebenden Boden, soweit dieser mit Leichenstoffen imprägnirt ist, ausgehen, bei nach oben verschlossenem Grabe und einer über die Absorptionsfähigkeit des Bodens hinaus andauernder Gasbildung seitlich dahin ausströmen, wo sie den geringsten Widerstand finden; so kommen sie erfahrungsmässig manchmal in die Keller eines Hauses, ähnlich wie Leuchtgas aus gesprungenen Röhren in dicht gepflasterten Strassen. Wenn sie am Dach des Grabes keinen Widerstand finden, gehen die Gase direct in die Luft. Hier können sie, dem Zuge des Windes folgend, noch bevor sie Zeit haben, mit der Luft in energischen Diffusionsverkehr zu treten, also mehr oder weniger concentrirt, weithin getragen werden*).

Für gewöhnlich wird wohl allerdings der Austritt dieser Gase nach und nach erfolgen, und zwar meist so, dass beim Austritt in die Luft eine so vollständige Diffusion stattfindet, dass von dieser Beimischung nichts wahrzunehmen ist.

Man muss betreffs der Beerdigungsplätze auch noch den Umstand beachten, dass dieselben nicht nur während Eines Turnus mit Leichen belegt werden, dass vielmehr auch hier der Raum alter Gräber wieder zu neuen Beerdigungen benützt wird. Indem man ein neues Grab an der Stelle des alten macht, umgibt man die Leiche mit einem Boden, der nicht mehr der ursprüngliche ist, sondern in feiner Vertheilung Leichenstoffe oder noch mehr oder weniger veränderte oder unveränderte organische Substanzen enthält. Wiederholt sich dieser Vorgang fort und fort, so verliert der Boden seine reinigende Kraft. Dass dann ein solcher Gräberplatz massenhafte Emanationen von mindestens höchst verdächtiger Art in die Luft schicken, dass er, wenn Wasserverunreinigung bei demselben in Betracht kommt, anders wirken muss als ein blosses Aggregat unberührter Gräber, bedarf keiner Erörterung. Thatsächlich hat man wiederholt die Erfahrung gemacht, dass alte Beerdigungsplätze entsetzlich stinken. In Birmingham entwickelte ein solcher Platz so argen Gestank, dass man die Oberfläche desselben mit Chlorkalk und Kalkhydrat bedecken musste.

Hygienische Anforderungen an Begräbnissplätze.

Die Unklarheit, welche betreffs der sanitären Bedeutung der Begräbnissstätten herrscht, darf die Gesundheitspflege nicht abhalten, die Möglichkeit verschiedener Gefahren, die aus der Anlage und dem Betriebe der Kirchhöfe entstehen können, im Auge zu behalten. Es wäre ein Fehler, wollte man den Mangel chemischer und physikalischer Nachweise für die Gefährlichkeit der Friedhöfe als gleichbedeutend mit der Abwesenheit wirklicher Schädlichkeit hinstellen.

Die Gesichtspunkte, welche vom hygienischen Standpunkte bei Begräbnissanlagen zu beachten sind, lassen sich nachfolgend zusammenfassen:

*) Pappenheim, l. c. 361.

1. Entfernung von Wohnungen.

Bei der Wahl der Begräbnissplätze muss auf die örtliche Lage Rücksicht genommen werden. Betreffs der Minimal-Entfernung solcher Plätze von den Wohnstätten ist es überaus schwierig, bestimmte Normen aufzustellen, da es sich hier um die Wechselbeziehung mannigfacher Factoren handelt, bei denen auch nicht von einem das absolute Maass seiner Wirkung bekannt ist. Man wird überhaupt hierüber auf Grund wissenschaftlicher Principien sich nicht aussprechen können und dürfte noch am ehesten, gestützt auf Erfahrung, bestimmte Zahlen für die Entfernungen der Kirchhöfe von Wohnstätten normiren können. Die Zahlen, welche die Gesetzgebungen verschiedener Staaten festsetzen, mögen vielleicht zum Theil auf Grund von Erfahrungen, theils aber rein willkürlich, bei allzugrosser Aengstlichkeit zu gross, bei Sorglosigkeit vielleicht zu niedrig beziffert worden sein. In Frankreich soll die Distanz von der Peripherie der Städte und Flecken mindestens 40 Meter betragen, für London werden nicht weniger als 182 Meter verlangt. In Oesterreich dagegen wird eine Entfernung, die mehr als 5 Klafter beträgt, als zulässig angesehen.

Wohl noch am rationellsten wird man diesbezüglich vorgehen, wenn man diese Frage in jedem Falle besonders beurtheilt, und hiebei die Entfernung grösser oder kleiner verlangt, je nachdem der Boden eine stärkere oder schwächere Entwicklung putrider Gase, die herrschenden Winde ein häufigeres oder seiteneres Zuwehen der Luft vom Begräbnissplatz und die Grundwasser-Verhältnisse mehr oder weniger leicht Verderbniss des Wassers erwarten lassen.

2. Lage der Begräbnissplätze.

Bei der Wahl der Begräbnissplätze verdienen hochgelegene, von Winden bestrichene Plätze den Vorzug, weil hiebei eine schnelle Diffusion und Vertheilung der etwaigen, dem Leichenacker entströmenden Leichengase stattfindet.

Auch zeigt der Grundwasserstand bei hochgelegenen Orten in der Regel günstigere Verhältnisse, da in solchen Fällen das Grundwasserniveau meist weit unter der Grabsohle liegt. Unter sonst gleichen Bedingungen ist die günstigste Lage für einen Begräbnissplatz ein Hochplateau.

Die Errichtung von Begräbnissplätzen auf Abhängen kann dagegen manche Nachtheile nach sich ziehen. Von Abhängen läuft das Wasser rasch ab. Es dringt nicht in den Boden und versagt darum der Leiche jene Befeuchtung, die zu der raschen Verwesung nothwendig ist. Auch ist das Wasser, welches unterhalb des Abhanges zu Tage kommt, verdächtig. Endlich ist zu beachten, dass ein stark geneigter, durch Gräber vielfach durchbrochener Boden leicht rutscht.

3. Grundwasserverhältnisse.

Für die Wahl eines Platzes zu Beerdigungen ist die Erwirung des Standes und der Schwankungen des Grundwassers von

höchster Bedeutung. Bei seinem höchsten Stande sollte das Grundwasser überall wenigstens um 0·5 Meter von der Grabsohle abstehen, und da man im Allgemeinen die Gräber gegen 2 Meter tief macht, so sollte also das Niveau des Grundwassers bei seinem höchsten Stande immer noch 2·5 Meter von der Bodenoberfläche entfernt sein. Plätze dagegen, an welchen die Höhe des Grundwasserstandes immer oder auch nur zeitweilig bis zur oder bis über die Grabsohle reicht, können wegen des Einflusses auf das Trinkwasser und wegen des hiebei bedenklich und unregelmässig ablaufenden Fäulnissvorganges zu Begräbnisszwecken nicht benützt werden, ausser es ist möglich, sie vor ihrer Verwendung zu drainiren. Das ablaufende Drainwasser darf aber nach eingetretener Benützung des Friedhofes keinesfalls innerhalb bewohnter Orte in Wasserläufe abgelassen werden.

Warum ein Terrain, dessen Grundwasser bis in die Höhe des Grabes reicht, für Beerdigungszwecke ungeeignet erklärt werden muss, ist leicht begreiflich. Wenn Grundwasser constant oder auch nur manchmal in die Gräber dringt, so laugt es die Leichenstoffe aus und kann dadurch Quellen, welche es speist, bis zur Unbrauchbarkeit inficiren. Schwankt der Grundwasserstand häufig, so dass die Leichen bald der Luft, bald dem Wasser ausgesetzt sind, so gehen die Cadaver in rasche und intensive Fäulniss über, wodurch die Gefahr der Uebersättigung des Bodens entsteht. Wenn dagegen das Grundwasser tief unter der Grabsohle steht, so ist die Gefahr der Inficirung des Grundwassers sehr abgeschwächt. Denn selbst wenn die meteorischen Wässer in die Gräber gelangen und dort Fäulnissstoffe auslaugen, so verlieren sie dieselben wieder mehr oder weniger beim Durchsickern durch das zwischen der Grabsohle und dem Grundwasserspiegel vorhandene Erdreich, und zwar unter sonst gleichen Umständen umsomehr, je länger der Weg ist, den das Wasser zu durchsickern hat, um mit dem Grundwasser sich zu vereinigen.

Auch zeigt sich, dass, wenn Leichen im Wasser oder in einem fortwährend feucht erhaltenen Boden liegen, die gewöhnliche Zersetzung durch Fäulniss und Verwesung gehemmt wird und dafür die Bildung von Fettwachs, die sogenannte Adipocirung, eintritt, eine Umwandlung, durch welche die ganze Leiche oder einige Organe derselben, insbesondere die Muskulatur, in eine gleichartig weisse, weiche, fettartige aus fettsauerem Ammoniak bestehende Masse übergehen.

4. Bodenbeschaffenheit.

Für die Wahl eines Platzes als Friedhof ist die Beschaffenheit des Bodens von Wichtigkeit. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die chemische Zusammensetzung des Bodens auf den Verlauf der Leichenzersetzung einen gewissen Einfluss üben wird, allein bis jetzt fehlt es gänzlich an exacten Versuchen, auf Grund deren man aus der chemischen Verschiedenheit unorganischer Bodenbestandtheile sichere Schlüsse für ihre Einwirkung auf den Zer-

setzungsprocess im Grabe ableiten könnte. Dagegen lässt sich schon vom Standpunkte der Ueberlegung annehmen, dass ein sehr humusreicher Boden eine rasche Verwesung der in ihm vergrabenen Leichen nicht begünstigen wird, da der in einen solchen Boden gelangte Sauerstoff zu einem Theil zur Oxydation der Humussubstanz verwendet wird und demnach für die Verwesungszwecke der Leiche verloren geht. Thatsächlich hat man im Torfboden bestattete Leichen noch nach einer langen Reihe von Jahren unzersetzt gefunden.

Auch die Erfahrung, dass mit der längeren Benützung eines Friedhofes die Verwesungsfrist immer grösser wird, lehrt, dass der zunehmend grössere Gehalt an organischen Substanzen die Eignung des Bodens zu Beerdigungszwecken vermindert. Die an Humussubstanzen reiche und zudem sehr hygroskopische Damm- oder Ackererde sollte deshalb zu Begräbnissplätzen nur dann benützt werden, wenn sie mit vielem Sand vermischt ist, ferner hat Riecke darauf aufmerksam gemacht, dass gewisse Stoffe des Bodens, wie Kochsalz, Salpeter, Eisen und Thonerdesalze vom Wasser gelöst werden können, und dann als fäulnisshemmende Körper wirken.

Wichtiger als die chemische Zusammensetzung sind gewisse physikalische Eigenschaften des Bodens für die Beurtheilung desselben auf seine Verwendbarkeit zu Beerdigungszwecken.

Mancher Boden besitzt die Eigenthümlichkeit bei gewissen Witterungsverhältnissen Risse zu bekommen, wodurch bis in's Grab reichende Spalten entstehen, welche das unmittelbare Aufsteigen von Leichengasen in die Atmosphäre ermöglichen.

Weiter wird die Verwendbarkeit eines Bodens zu Friedhofszwecken beeinträchtigt, wenn derselbe eine zu grosse Lockerheit zeigt, so dass die beim Grabmachen nöthigen Erdarbeiten mit Schwierigkeiten verbunden sind. Zu vermeiden ist auch ein felsiger oder ein steiniger Boden aus selbstverständlichen Gründen.

Einen mächtigen Einfluss auf die Vorgänge der Leichenzersetzung übt die Porosität des Erdreiches aus, da diese die Art und Weise und die Schnelligkeit, mit der Luft und Wasser zur Leiche dringen, wesentlich bedingt. Der Wechsel flüchtiger Stoffe zwischen Atmosphäre und Grab differirt unter sonst gleichen Umständen im Verhältnisse der Weite der Canäle, die der Boden aufweist. Kies, Geröll und ähnlicher Boden lässt nebst Luft auch noch Regen- und Schneewasser, sowohl wegen seiner weiten Canäle als wegen seiner geringen Absorptionskraft für Wasser auch bei verhältnissmässig geringer Wassermenge in's Grab dringen und feuchtet so die Leiche öfter an; bei trockener Witterung findet dagegen eine rasche Verdampfung der sich verflüchtigenden Fäulniss- und Verwesungsstoffe statt und so kommt es, dass in derart grobkörnigem Boden die Zerstörung der Leichen eine sehr schnelle sein kann. Die Intensität und Raschheit, mit welcher die Leichenverwesung in solchem Boden vor sich geht, ist der Grund, warum die von diesen Gräbern ablaufenden Wässer nicht selten übelriechend sind.

Den Gegensatz zum Geröllboden bildet einerseits ein staubfreier Sand-, andererseits ein mehr oder weniger reiner Thonboden; in die Uebergänge fallen die meisten anderen Bodenarten. So lange diese Bodenarten der Luft zugängig sind und das versickernde Wasser nicht zurückhalten, eignen sie sich zu Bestattungszwecken.

Reiner Lehmboden bietet zu wenig Durchgängigkeit für Luft und Wasser und ist deshalb zu meiden. Eine geringe Beimischung, von Lehm zu Kies- und anderem durchlässigen Boden hingegen schadet nichts, ist sogar erwünscht, da der Lehm im hohen Grade die Fähigkeit hat, Fäulnissproducte aus dem Gräberwasser an sich zu ziehen.

5. Tiefe des Grabes.

Die Tiefe des Grabes hat nicht nur auf den Verlauf der Leichenverwesung einen bedeutenden Einfluss, sondern kommt auch insofern in Betracht, als die Grabdecke hauptsächlich jenes Mittel ist, durch welches die gasförmigen Zersetzungsproducte der Leiche unschädlich gemacht werden.

Je dicker das Diaphragma ist, das die Erde zwischen Leiche und Luft bildet, d. i. je tiefer das Grab ist, desto langsamer tritt bei sonst gleichen Umständen, namentlich bei gleichem Porengehalt des Erdreiches, die Luft zur Leiche, desto schwächer wird sich der Verwesungsprocess gestalten. Es werden dadurch in der Zeiteinheit weniger Gasproducte sich entwickeln und diese werden auch um so vollständiger absorbirt, je stärker die Schichte ist, die sie zu passiren haben, um in die freie Atmosphäre zu gelangen.

Die Erfahrung hat nun gelehrt, dass, wenn man die Gräber, wie dies gewöhnlich der Fall ist, 1·88 Meter tief anlegt, die Bedingungen solche sind, dass keine übelriechenden Emanationen wahrgenommen werden.

Die Tiefe von 1·88 Meter genügt also; eine grössere zu verlangen, ist nicht empfehlenswerth, weil damit die Arbeit des Grabmachens vermehrt wird und nur selten solche Terrains gefunden werden, deren Grundwasser stets einen hiezu entsprechenden Tiefstand aufweist. Bei zu flachen, etwa nur 1·3 Meter tiefen Gräbern wird nicht selten Leichengeruch wahrgenommen.

6. Leichensarg.

Auf die Zeitdauer, innerhalb welcher die Leichenverwesung abläuft, hat auch die Beschaffenheit des Sarges, in dem die Leiche ruht, einen gewissen Einfluss. Am raschesten verwesen unbekleidete Leichen ohne Sarg.

Die zur Beerdigung der Leichen gebräuchlichen Holzsärge sind alle mehr oder weniger für Luft und Wasser durchlässig, die billigen, wenig fest zusammengefügten und aus dünnen Brettern hergestellten am meisten. Letztere zerfallen auch am raschesten. Metallsärge hindern dagegen den Luftzutritt und die Verwesung der Leiche.

7. *Grösse des Einzelngrabes.*

Für die Grösse eines Einzelngrabes würde sich, wenn man die Dimensionen eines Sarges für einen Erwachsenen berechnet und weiter beachtet, dass der Sarg in das Grab gesetzt werden muss, ohne die Wände des letzteren einzustossen, eine Länge von circa 2 Meter und eine Breite von circa 0·85 Meter, also ungefähr 1·85 Quadratmeter Fläche ergeben. Dies ist die Sohlenfläche des Grabes. Nun muss noch ein gewisser Zwischenraum zwischen Grab und Grab zu veranschlagen sein, der die Aufgabe hat, zu verhüten, dass die Grabgase aus dem besetzten Grabe durch die Seitenwand nicht in grösserer Menge hervorkommen als durch das Dach des Grabes. Wenn man diese Seitenwand des Grabes wesentlich dünner macht, als das Dach, so quellen beim Graben des neuen Grabes die Gase auf dem kürzeren Wege in's Freie, d. i. seitlich aus dem Grabe heraus. Will man das verhindern, so muss man die Seitenwand auch in der Dicke von 1·85 Meter stehen lassen, wodurch sich die ganze, für ein Grab nothwendige Fläche auf 4—4·3 Quadratmeter berechnet.

Gräber, in welche Kinderleichen versenkt werden, können selbstverständlich eine entsprechend kleinere Fläche einnehmen.

Da man im Durchschnitt annehmen kann, dass von 100 Gestorbenen etwa 46 unter und 54 über 10 Jahre alt sind, so kann man als Durchschnittsgrösse für ein Grab nur 3 Quadratmeter annehmen.

Gemeinsame Gräber für mehrere Leichen sind hygienisch unstatthaft, da durch eine derartige Anhäufung von Zersetzungsstoff Luft und Wasser schwer gefährdet werden können. Eine allgemeine Durchführung dieses Grundsatzes ist nicht zu erwarten, denn der Raummangel der grossen Städte und die ungewöhnlichen Verhältnisse nach einer Schlacht sind von so zwingender Gewalt, dass in solchen Fällen Massengräber immer entstehen werden. Wo solche Massengräber unabwendbar sind, sollte von geeigneten Desodorisirungsmitteln (Desinfectionsmitteln) reichlicher Gebrauch gemacht werden.

8. *Die Verwesungsfrist.*

Die Verwesungsfrist, d. h. diejenige Zeit, in welcher die Leiche in ihren Weichtheilen vollständig zerstört wird und in welcher auch der umliegende Boden beim Aufgraben keinerlei Zersetzungsproducte mehr entweichen lässt und für eine neue Beerdigung tauglich ist, hängt, wie aus den früheren Erörterungen hervorgeht, von so vielen localen Umständen ab, dass sie in jedem Falle eine andere ist. Von vornherein lässt sie sich niemals exact normiren, und wollte man sie, etwa bei Erweiterung eines schon bestehenden Beerdigungsplatzes, nach Erfahrungen bei dem alten Platze bestimmen, so fragt es sich immer, wann man eine Leiche als verwest ansehen will. Die Knochen z. B. verwesen oft selbst nach Jahrhunderten nicht.

Die grosse Unsicherheit in diesem Punkte ist ein schwerer sanitätspolizeilicher Uebelstand, weil sie die rationelle Veranschla-

gung des für eine bestimmte Bevölkerung erforderlichen Begräbnissraumes unmöglich macht, ganz vom subjectiven Ermessen abhängig ist und leicht zu vorzeitiger Wiederbenutzung der Gräber führen kann. Es wird dann erklärlich, dass die Verwesungsfrist in praxi innerhalb weit auseinander gehender Grenzen normirt wird, die von 5 bis 30 und noch mehr Jahren variiren. Pappenheim schlägt vor, für Boden, welcher der Luft guten Zugang gestattet (Sand, Schutt, Kies), 10 Jahre, für feinkörnigen Lehm 20 bis 30 Jahre zu wählen.

Ebenso ist es schwierig, die Zeit rationell zu normiren, wann ein zur Schliessung gelangter Friedhof zu anderen Zwecken, z. B. als Bauplatz oder als Acker, benützt werden kann. Gegen das Besäen und Bepflanzen, wenn dabei kein tiefes Aufwühlen in Frage kommt, wird man vom sanitären Standpunkte schon nach wenigen Jahren nach Auflassung des Friedhofes nichts einzuwenden haben, da ja die Pflanzencultur nur günstig auf die Bodenbeschaffenheit wirken kann. Vorsichtiger wird man betreffs Verbauung der alten Friedhöfe mit Wohnhäusern sein müssen. Fälle wirklicher Beschädigung durch die Luft von Häusern, die zu frühe auf aufgelassenen Beerdigungsplätzen erbaut wurden, sind durch Riecke verzeichnet.

9. Grösse des Begräbnissplatzes.

Der für einen Begräbnissplatz erforderliche Flächenraum ist ein Product des für ein einzelnes Grab zu berechnenden Durchschnittsraumes multiplicirt mit der Anzahl der jährlich zu beerdigenden Leichen und der Zahl der Jahre, für welche einmalige Benutzung des Raumes in Aussicht genommen wird. Diesem Producte ist dann noch der Raum für Wege und andere Nebeneinrichtungen, Leichenhäuser, Capellen, Plätze, Grüfte u. s. w. hinzuzurechnen.

Alle diese Factoren haben nur einen wahrscheinlichen Werth. Berechnet man auch reichlich den durchschnittlichen Flächenraum einer Grabgrube auf 3 Quadratmeter, so kennt man weder den Procentsatz der Sterblichkeit, noch den Zuwachs der Einwohnerzahl genau und wird demnach stets vorsichtig handeln, wenn man einen grösseren Flächenraum anträgt, als jener ist, der sich durch obige Rechnung ergibt.

10. Controle des Friedhofbetriebes.

Die Controle und die Bewirthschaftung der Beerdigungsplätze sollte stets nur sachverständigen, hygienisch gebildeten Personen übertragen werden. Sowohl im Interesse der Salubrität, sowie um nicht eher als nach vollständiger Verwesung einen mit Faulstoffen durchsetzten Boden aufzugraben, ist es vortheilhaft und nöthig, die Gräber gehörig in Reihen zu ordnen, die Begräbnisse der Reihenfolge nach stattfinden zu lassen und hierüber Buch zu führen. Die Bepflanzung der Begräbnissplätze ist nicht nur vom Gefühls- und Pietätsstandpunkte, sondern auch vom hygienischen wünschenswerth, da hiedurch dem Boden Zersetzungsstoffe und übermässige Feuchtigkeit entzogen werden. Für Friedhofsanlagen eignen sich am besten Gräser, Sträucher, Blumen, weniger dagegen

Bäume, da diese zu sehr beschatten und durch ihre starken Wurzeln dem Gräberbau Schwierigkeiten bereiten.

Die ausgegrabenen und gesammelten Knochen sollten in einer Grube am Friedhofe wieder untergebracht, nicht aber in sogenannten Beinhäusern aufbewahrt werden, da sie leicht Geruch entwickeln.

11. Beförderung der Leichen auf die Beerdigungsplätze.

Auch die Art der Beförderung der Leichen auf den Begräbnissplatz ist von sanitärer Bedeutung. Die Leichen auf den Friedhof zu tragen, sollte nur ausnahmsweise gestattet sein, das Fahren der Leichen hingegen zur Regel werden. Die für den Leichentransport dienenden Utensilien und Geräthschaften erheischen gleichfalls eine häufige Controle, da sie leicht durch Leichenflüssigkeit besehmutzt oder mit Leichengeruch behaftet sein können.

Leichenverbrennung.

Die bisherigen Erörterungen lehren, dass bei einer zweckmässigen Anlage und einer sachverständigen Controle die Beerdigungsplätze nicht gerade mit Bestimmtheit als gesundheitsgefährlich bezeichnet werden können. Wenn aber Fälle eintreten, bei welchen die nöthige Sorgfalt bei der Wahl der Friedhöfe und der Art der Grabbelegung nicht platzgreift oder nicht platzgreifen kann, dann machen sich allerdings mancherlei gewichtige Uebelstände geltend. Der immer steigende Werth von Grund und Boden, die fortwährende Ausdehnung der Städte bedingen es, dass es immer schwieriger, oft unmöglich wird, Plätze für Beerdigungen zu finden die allen hygienischen Anforderungen entsprechen. Die hiedurch geschaffene Zwangslage lässt nicht selten Friedhöfe entstehen, die, unglücklich situirt, mancherlei Missstände zur Folge haben. Abgesehen hievon mehrt sich die Zahl der Gesichtspunkte, von welchen aus die gegenwärtig übliche Beerdigung der Todten als Quelle vieler Nachtheile für die Verbliebenen hingestellt wird.

Man berechnet die Grösse der Bodenfläche, welche durch die Beerdigungsplätze der Landwirthschaft verloren geht, man hebt hervor, dass die Beerdigung Gräberschändung zulasse, dass sie unästhetisch und wenig pietätvoll sei und drängt aus diesen und noch manchen anderen Gründen dazu, von der Leichenbeerdigung abzugehen und die Leichenverbrennung an ihre Stelle zu setzen.

Ob das Bedürfniss, die Leichen zu verbrennen, vom sanitären Standpunkte auch in dem Falle, wenn geeignete Beerdigungsplätze zur Verfügung stehen und ein geordneter Friedhofsbetrieb stattfindet, vorhanden ist, kann, wie aus den früheren Auseinandersetzungen hervorgeht, keineswegs direct bejaht werden. Immerhin muss aber die Hygiene die Frage der Leichenverbrennung, die gegenwärtig modern geworden, von ihrem Standpunkte beachten, da in Folge der stetigen Ausdehnung mancher Orte viele Gemeinden (z. B. die westlichen Vororte Wiens) gar keinen Platz mehr zur Verfügung haben, der zu Beerdigungsplätzen geeignet bezeichnet

werden kann. Weiter kommt in Betracht, dass in neuerer Zeit in Deutschland Leichenverbrennungen bereits thatsächlich stattgefunden haben.

Die Hygiene wird sich hiebei insbesondere für zwei Fragen zu interessiren haben: Ob die Leichenverbrennung überhaupt als eine hygienisch entsprechende Methode der Leichenbestattung angesehen werden kann, und in welcher Weise die Leichenverbrennung vorzunehmen ist, um allen sanitären Anforderungen zu genügen.

Es ist bereits erwähnt worden, dass ein und derselbe Stoff sehr verschieden, bald vollkommen, bald unvollkommen verbrennen kann und je nach der Art dieser seiner Verbrennung verschiedene Verbrennungsproducte, bald geruchlose, bald stinkende liefert. Dasselbe gilt auch für Leichen. Wenn die technischen Hilfsmittel, welche zur Leichenverbrennung angewendet werden, solche sind, dass hiebei eine rasche und eine vollkommene Verbrennung erzielt wird, so wird durch den Verbrennungsact die Leiche ohne Auftreten irgend eines Geruches in die letzten Oxydationsproducte, in Kohlensäure, Wasserdampf, Stickstoff und Asche, überführt. Während das Begraben des todten Körpers die Auflösung desselben nur langsam und unter Bildung fauliger Zersetzungsproducte, die sich der Luft und dem Wasser mittheilen können, bewirkt, vollzieht eine rationelle Verbrennung diesen Process in relativ sehr kurzer Zeit und ohne alle Gefährdung. Die Feuerbestattung, wenn sie in einem leistungsfähigen Apparate vorgenommen wird, schliesst demnach jede Gefahr aus. Leistungsfähig sind aber nur solche Apparate, in welchen durch einen überaus bedeutenden Hitzegrad und eine genügende Luftmenge die für eine vollständige und rasche Verbrennung nöthigen Bedingungen vorhanden sind. Der Scheiterhaufen der Alten, wie der der Hindus bewirkt nur ein Ankohlen, ein Halbverbrennen; er ist ein Gräuel dem Gefühl wie der Sanitätspolizei.

Von den verschiedenen Apparaten, die bisher zum Zwecke der Feuerbestattung in Vorschlag und Anwendung kamen, bietet der Siemens'sche Generativofen die meisten Vortheile. Bei diesem Apparat wird die Leiche durch zur Weissgluth gebrachte Luft verbrannt. Die Weissglühhitze wird durch eine Gasfeuerung erzielt.

Das Verbrennungsverfahren ist folgendes: Der Gaserzeuger wird derart in Betrieb erhalten, dass durch die Füllvorrichtung in Intervallen von einigen Stunden eine Wiederanfüllung des consumirten Brennmaterials an Stein-, Braunkohle, Torf und Holz stattfindet.

Das gebildete Gas wird durch einen mit einer Regulirklappe versehenen Canal *a* (Fig. 107) in den Regenerator geführt, wo dasselbe, mit einem ebenfalls regulirbaren Luftstrom *b* zusammentreffend, in Flamme verwandelt wird. Die so gebildete Flamme durchstreicht die Regeneratorkammer *h* und erhitzt das darin aufgeschichtete Ziegelmaterial bis zur Weissgluth.

Die der Flamme anhaftende, übrige Wärme dient dazu, den Ofen oder die Kammer *K*, welche zur Aufnahme der Leiche bestimmt ist, noch bis zur schwachen Rothgluth vorzuwärmen, worauf die Flamme durch einen Canal *c* in die Esse entweicht. Sobald sich der Ofen in dem oben beschriebenen Zustande befindet, kann der Process der Leichenverbrennung vor sich gehen.

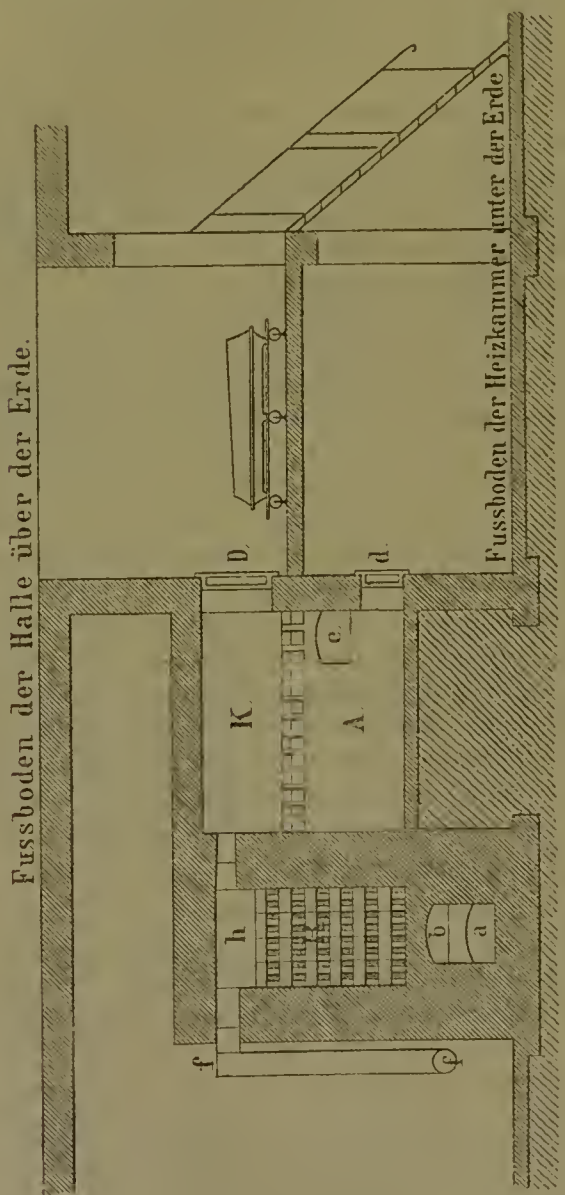


Fig. 107.

Der Verschlussdeckel des Ofens *D* wird durch den den Ofen bedienenden Mann gehoben oder fortgeschoben und der zu verbrennende Körper in die Verbrennungskammer eingeführt.

Nachdem der Ofen wieder geschlossen ist, wird der Körper, je nach seiner physischen Beschaffenheit, eine längere oder kürzere Zeit der Einwirkung der Rothgluth ausgesetzt, um den grössten Theil seines Gehaltes an Flüssigkeiten zu verlieren, d. i. auszutrocknen.

Nachdem dieser Theil der Operation beendet ist — was in Zeit von circa $^1/_4$ Stunde stattfinden kann — schliesst man die Gasklappe. In Folge dessen gelangt nunmehr nur Luft durch den Regenerator in den Verbrennungsraum. Diese wärmt sich im Regenerator bis nahe zur Weissgluth vor, in welchem Zustande dieselbe auf den vorgewärmten und zum grossen Theil ausgetrockneten Körper trifft, was eine schnelle Verzehrung aller seiner verbrennbaren Theile zur Folge haben muss. Die nicht verbrennbaren Theile desselben zersetzen sich, wie durch einen chemischen Proeess, durch die Einwirkung der Hitze; es entweicht Kohlensäure und bleibt der Kalk als Pulver übrig, das durch den Rost in den Aschenraum *A* fällt, und durch eine besondere, hier befindliche Vorrichtung sich leicht sammeln und durch eine an ihm angebrachte Thüre *d* herausnehmen lässt, so dass die übrig gebliebene Asche in einer Urne oder in

einem anderen Gefässe den Angehörigen zur Beisetzung oder Aufbewahrung anderer Art übergeben werden kann. Durch das Gaszuleitungsrohr *f* kann man ausserdem Gas am oberen Ende *h* des Regenerators eintreten lassen, um bei anhaltenden Verbrennungen die Kammer *(K)* vor zu grosser Abkühlung zu schützen.

Die bisherigen Erfahrungen über die Leistungen des Siemens'schen Ofens sind im Ganzen nicht ungünstig. Die Verbrennung der Cadaver in dem Siemens'schen Leichen-Verbrennungsofen ist nach Schmitt so vollständig, dass selbst der Stickstoff des thierischen Körpers in die elementare Form übergeführt wird. Die Verbrennungsgase bestehen aus Kohlensäure, Wasserdampf, Stickstoff und überschüssigem Sauerstoff; nur in dem Fall, als ein abnorm fettreicher Cadaver verbrannt wird, tritt Flugruss in den Verbrennungsgasen vorübergehend auf. Der Ofen verbrennt also vollkommen und in einer der directen Beobachtung entrückten, der Pietät nicht widersprechenden Art. Aber eines vermag er in seiner gegenwärtigen Anlage noch nicht in wünschenswerthester Weise zu erfüllen: er verbrennt nicht rasch genug und entspricht in ökonomischer Hinsicht nicht bei intermittirendem Betrieb.

Soll das Verfahren allen pietätischen, finanziellen und gesundheitlichen Rücksichten entsprechen, so darf die Verbrennung nicht zu lange dauern und auch nicht zu kostspielig werden. Eine rasche Verbrennung ist aber nur bei Erzielung einer stets gleich hohen Temperatur im Verbrennungsraum zu erwarten, die wieder, da das Ofenmaterial dieselben zunächst theilen muss, einen continuirlichen Betrieb der Oefen voraussetzt. Wo diese Voraussetzung zutrifft, lässt sich der ganze Process der Verbrennung in etwa zwei Stunden mit 100 Kilo Braunkohle zu Ende führen. Wo aber dies nicht der Fall ist, wo der Ofen jedesmal frisch angeheizt werden muss, steigern sich die Kosten wegen des grossen Verbrauches an Brennmaterial zu einer sehr beträchtlichen Höhe.

Es erscheint aber wahrscheinlich, dass auch dieser Uebelstand in nächster Zukunft behoben werden wird, denn schon die gegenwärtige Sachlage gibt die berechtigte Hoffnung, dass die Technik die Aufgabe, welche ihr bei Einführung der Feuerbestattung zufällt, in einer den hygienischen Grundsätzen und allen anderen Rücksichten entsprechenden Weise werde lösen können.

Es bleibt aber bis jetzt noch fraglich, ob die Einführung der Leichenverbrennung auch den Kampf siegreich bestehen werde, der gegen diese Neuerung durch die herrschende Sitte, durch die rituellen Gebräuche, durch die Art, wie wir unsere Pietät gegen die Todten bezeugen und namentlich durch gewisse forensische Bedenken wachgerufen ist. Der stärkste Einwand wird immer die durch die Feuerbestattung erfolgende Vernichtung aller Spuren von Verbrechen bei Leichen sein, ein Einwand, der aber durch eine obligatorische Leichenschau behoben werden kann.

Das Beisetzen in Grüften.

Das Beisetzen der Leichen in Grüfte wurde in früheren Jahrhunderten häufig geübt und ist noch gegenwärtig in mannigfacher Art üblich. Leichen, welche nicht in der Erde begraben sind, lassen ihre Verwesungsproducte in den Sarg und aus diesem in die gemauerten oder sonst abgeschlossenen Räume gelangen, welche eben als Gruft bezeichnet werden.

Wenn diese gasigen Verwesungsstoffe nicht fortwährend durch Diffusion oder durch Ventilation verdünnt und aus der Gruft stetig entfernt werden, so können sie schwere Gesundheitsschäden verursachen. In letzterer Beziehung liegen vielfache Erfahrungen vor. So hat die eitle, mittelalterliche Sitte, Leichen reicher und vornehmer Leute in Grabgewölben der Kirche selbst zu bestatten, viel arge Folgen gehabt. Glaubwürdige Fälle von schweren, häufigen und Massenerkrankungen, welche in solchen Kirchen ihren Ursprung nahmen, liegen in reicher Zahl vor.

Auch solche Leichengrüfte, die man gegenwärtig an die Seitenmauern der Friedhöfe anbaut, können bei Neubesetzungen, die der Familienbedarf erheischt, von sehr nachtheiligem Einflusse für Diejenigen werden, die zu irgend einem Zwecke in diese Grüfte hinabzusteigen genöthigt sind. Wiederholt wurden solche Personen beim Betreten der lange verschlossen gebliebenen Grüfte erstickt. Nur wenn diese Grüfte ausreichend und permanent ventilirt werden, können sie an Stellen, wo sie vom Verkehre möglichst abgeschlossen sind, als sanitär weniger bedeutsam angesehen werden.

Die Gefahr, welche die Concentration von Fäulnissstoffen in einer unventilirten oder wenig ventilirten Gruft bedingt, rechtfertigt die Forderung, die Anlegung derartiger Grüfte ohne besondere Bewilligung von Seite der Sanitätsbehörde nicht zu gestatten.

Leichenschau.

Nebst der definitiven Unterbringung der Leichen sind noch andere Momente betreffs der Behandlung der Todten von hygienischem Interesse.

Vor Allem muss Rücksicht darauf genommen werden, dass Fälle möglich sind, in welchen die Lebensfunctionen so darniederliegen, dass sie wenigstens für oberflächliche Beobachtung und für den Laien ganz unmerkbar sind, dass also der thatsächlich noch lebende Körper das Bild einer Leiche bietet. Die verhängnissvollsten Irrthümer können hievon die Folge sein.

Wenn auch die zweifellos constatirten Fälle von wirklicher Gefährdung oder Tödtung durch solchen Irrthum gewiss seltener sind, als die ängstlich erregte Phantasie, zumal des Laien sich einbildet, so sind sie doch thatsächlich vorgekommen. Verhütung fernerer solcher Fälle ist eine wichtige Aufgabe der öffentlichen Gesundheitsverwaltung. Was in dieser Richtung zu thun ist, ist bald gesagt.

Dem wissenschaftlich gebildeten Arzte ist ein Irrthum über Leben oder Tod nicht möglich; jene Zustände, die man als Scheintod bezeichnet, können nur den Laien und den ärztlichen Halbwisser täuschen. Macht man also die Leichenschau obligatorisch und betraut man mit derselben nur Sachverständige, so ist damit jede Gefahr des Lebendigbegrabenwerdens beseitigt. Eine Leichenschau, welche nur durch Laien vorgenommen wird, wird dagegen niemals eine genügende Garantie geben. Ausser der Sicherstellung, ob das zu besehauende Individuum wirklich todt ist, sind die weiteren Zwecke der Leichenschau:

Zu constatiren, ob nicht in Bezug auf den Untersuchten während seiner letzten Lebenszeit eine strafbare Handlung oder eine solche Unterlassung stattgefunden hat;

schnell in Kenntniss zu kommen, ob Volkskrankheiten herrschen;

ansteckende Krankheiten, wodurch Andere zu Schaden kommen können, zu entdecken;

eine medicinische Mortalitäts-Statistik zu ermöglichen.

Die Leichenschau ist demnach in sanitätspolizeilicher Beziehung eines der wichtigsten Geschäfte und es hängen so ernste Interessen des Menschen und der ganzen Gesellschaft von einer richtigen und sorgsamen Ausübung derselben ab, dass die eifrigste Aneignung der dazu nothwendigen Kenntnisse und die genaueste Befolgung der diesfalls bestehenden Vorschriften die heiligste Pflicht der mit der Leichenschau zu betrauenden Individuen ist.

Es ist nicht Aufgabe der Hygiene, sondern anderer medicinischen Fachwissenschaften, die Merkmale des eingetretenen Todes, die Anzeichen eines gewaltsamen Todes oder die Symptomatologie der Infectionskrankheiten zu besprechen, die Hygiene hat nur den Grundsatz aufzustellen, dass die obligatorische Leichenschau stets solchen Händen anvertraut werde, die für die wichtigen Aufgaben dieses Geschäftes völlig befähigt sind.

Leichenhallen, Leichentransport.

Die Veränderungen, welche der menschliche Körper von dem Momente, wo er als todt gilt, bis zu dem erleidet, wo die Vorbereitungen zu seiner Beseitigung (zu seinem Begräbniss) getroffen sind, nehmen je nach der herrschenden Temperatur, dem Raum, in dem die Leiche liegt, und dem Zustande des Körpers vor dem Absterben einen sehr verschiedenen Verlauf. Die Entfernung der Leichen aus der Umgebung der Lebenden muss deshalb nicht selten früher erfolgen, als das Ceremoniell der Beerdigung es mit sich bringt. Eine solche Entfernung ist auch dann nothwendig, wenn die Familie des Verstorbenen keinen Raum und keine Gelegenheit für eine zweckmässige Unterbringung der Leiche bis zu ihrem Begräbniss zur Verfügung hat oder wenn es sich um Leichen von an ansteckenden Krankheiten Gestorbenen handelt.

Für eine solche interimistische Aufnahme der Leichen sind Leichenhallen, Leichenkammern nöthig.

Leichenhallen müssen kühl und luftig gebaut, und im Falle als auch der Todtenbeschau noch nicht unterzogene Leichen in denselben untergebracht werden, in der Nacht beleuchtet und im Winter mässig erwärmt werden, um das Erfrieren eines vielleicht nur Scheintodten zu verhüten. Bei den nächst Anwohnenden muss eine Glocke befindlich sein, welche mit einer solchen Einrichtung in Verbindung steht, dass die leiseste Bewegung am Verstorbenen Glockenzeichen abgibt.

Die Ueberführung einer Leiche in grössere Entfernung erfordert begreiflicherweise ebenfalls hygienische Ueberwachung. Es handelt sich hiebei hauptsächlich, die Fäulniss der Leiche möglichst zu verhüten und, wenn die Fäulniss doch eintreten sollte, Sorge zu tragen, dass die Zersetzungsproducte nicht aus dem Sarge entweichen können.

Maassregeln in letzterer Beziehung sind jedoch nicht leicht zu treffen. Auch die beste Verlöthung eines Metallsarges kann undichte Stellen bieten, durch welche die Fäulnissgase ihren Weg nach aussen finden. Niemals kann man wissen, ob der Sarg vollkommen gasdicht schliesst. Es wird demnach die Verhinderung der Fäulniss durch irgend eine zur Conservirung thierischer Körper geeignete Behandlung des Leichnams vom hygienischen Standpunkte als nothwendig bezeichnet werden müssen.

Die gesetzlichen Bestimmungen, welche darüber in verschiedenen Staaten bestehen, gehen ziemlich weit auseinander. In Oesterreich ist angeordnet: Nur nach erhaltener behördlicher Bewilligung darf eine Leiche nach einem anderen Orte als dem nächsten Begräbnissplatz überführt werden, und zwar in entferntere Gegenden nur nach vorgenommener Einbalsamirung. Sie muss überdies in einen gut verpichten Sarg und mit diesem in einen luftdicht verschlossenen, metallenen Behälter gebracht werden; dauert der Transport längere Zeit, so muss der Metallsarg von einer hölzernen, gut verschlossenen Kiste umgeben sein.

Soll eine schon begrabene Leiche an einen anderen Ruheort gebracht werden, was auch nur nach erhaltener amtlicher Bewilligung geschehen darf, so muss die Exhumirung in Gegenwart des Amtsarztes in einer Weise geschehen, dass weder für die dabei Beschäftigten, noch für die weitere Umgebung Gefahr zu besorgen wäre; es sind hiezu die kühlen Morgenstunden, wo möglich auch die kältere Jahreszeit zu wählen, im vorsichtig geöffneten Grabe hat man die Leiche und den Sarg einige Zeit auslüften zu lassen. Das leitende Sanitätsorgan hat dahin zu wirken, dass die dem Grabe entströmenden Ausdünstungen von den anwesenden Personen ab-, nicht aber denselben zugeweht werden und dass der üble Geruch durch entsprechende Desinfectionsmittel (Chlorkalk) möglichst getilgt werde. Der ausgehobene Sarg oder überhaupt die vorgefundenen Reste sind sodann auf die oben angegebene Weise zu verpacken und zu transportiren.

FÜNFTER ABSCHNITT.

Nahrung.

Erstes Capitel.

Allgemeines über Ernährung.

Zweck der Nahrung.

Zweck der Nahrung ist, durch Zufuhr gewisser Stoffe unseren Organismus in derartiger Zusammensetzung zu erhalten, dass die verschiedenen Körperfunctionen in normaler Wirksamkeit erhalten werden können.

Durch Haut und Lunge, durch Nieren und Darm treten fortwährend beträchtliche Mengen wägbarer Stoffe aus dem Körper, die, wenn das Leben erhalten werden soll, durch Zufuhr von aussen ersetzt werden müssen.

Die Verluste des Körpers sind seine Bestandtheile: Wasser, Eiweiss und dessen Abkömmlinge, Fett und unorganische Salze. Wasser und unorganische Salze treten als solche wieder aus, die Eiweisskörper aber werden durch den vom Organismus aufgenommenen Sauerstoff in Kohlensäure, Wasser, Harnstoff, Harnsäure u. s. w. umgesetzt, die Fette grösstentheils zu ihren Endproducten verbrannt.

Da unser Körper nicht wie die Pflanze befähigt ist, seine Bestandtheile aus Elementen oder einfachen Verbindungen zu construiren, so wird es erklärlich, dass nur solche Substanzen geeignet sind, den Körperverlust zu decken, d. h. als Nahrungsmittel zu dienen, welche in ihrer Zusammensetzung den Körperbestandtheilen sehr ähnlich sich verhalten.

Die vollständige Nahrung muss demnach enthalten Eiweiss, Fette, Kohlenhydrate, unorganische Salze und Wasser. Man kann ebenso aus Mangel an Salz, wie aus Mangel an Eiweiss, Stärke oder aus Mangel an Wasser verhungern.

Jede Substanz, die irgend einen der wesentlichsten Bestandtheile unseres Körpers (Eiweis, Fett, Salze etc.) zu ersetzen vermag, heisst Nahrungsstoff. Insofern sind reines Eiweiss, Fett, Zucker, Stärke, Wasser Nahrungsstoffe.

Ein Nahrungsmittel ist ein natürliches Gemenge aus mehreren Nahrungsstoffen. So ist z. B. Brod ein aus Eiweiss, Stärke, Salzen und Wasser bestehendes Nahrungsmittel, aber noch keine vollständige Nahrung. Bei Brod allein kann der Mensch nicht gesund bleiben.

Selbst ein Gemenge aller zum Stoffersatz nothwendigen Nahrungsstoffe kann erst dann als eine vollständige zweckmässige Nahrung bezeichnet werden, wenn die einzelnen Bestandtheile desselben darin in einer Form enthalten sind, in welcher sie von den verdauenden Säften in Blutbestandtheile umgewandelt werden können. Näher erörtert, setzt diese Bedingung voraus, dass die Nahrungsstoffe der Nahrung durch die Verdauungssäfte lösbar, absorbirbar gemacht werden und namentlich von unlöslichen oder undurchdringlichen Hüllen frei sind.

Da endlich die Nahrungsmittel mit Ausnahme der Salze sich gegen die Nerven indifferent verhalten, so müssen sie nervenreizende (schmeckende, beissende, brennende, anregende) Zusätze erhalten. Denn nur dadurch wird es möglich, die Verdauungs-Saftdrüsen zur Bildung einer genügenden Menge verdauenden Saftes zu veranlassen. Diese Zusätze liefern uns die Genussmittel. Genussmittel sind demnach solche Stoffe, welche nicht nothwendig Material zum Aufbau unseres Körpers abgeben, aber doch sowohl für die Processe der Ernährung, als auch für andere organische Functionen wesentliche Dienste leisten.

Physiologische Bedeutung der einzelnen Nahrungsstoffe.

Nach den gegenwärtig herrschenden Anschauungen*) wird die Bedeutung der einzelnen Nahrungsstoffe namentlich jene der Eiweisskörper anders aufgefasst, wie sonst. Früher glaubte man, dass die Arbeitsleistungen ganz auf Kosten der Muskelsubstanz selbst geschehen und bei der Arbeit immer ein der Arbeitsgrösse entsprechender Theil des stickstoffhaltigen Muskels zersetzt werde. Man meinte deshalb, dass die mit der Nahrung zugeführten Eiweisskörper ausschliesslich zum Ersatz und Aufbau der Gewebe dienen, während die Fette und Zuckerarten die Wärmebildung bewirken; man nannte deshalb die Fette und Kohlenhydrate „Athmungsmittel", die Albuminate „Gewebsbildner".

*) Pettenkofer und Voit, Untersuchungen über den Stoffverbrauch des normalen Menschen, Zeitschr. f. Biol. 2, p. 459, dann: Ueber die Zersetzungsvorgänge im Thierkörper bei Fütterung mit Fleisch und Fett, Zeitschr. f. Biol. 9. 1 und 7, 433.

C. Voit, Der Eiweissumsatz bei Ernährung mit reinem Fleisch, Zeitschr. f. Biol. 3, 1.

C. Voit, Ueber die Bedeutung des Leimes bei der Ernährung, Zeitschr. f. Biol. 8, 297.

C. Voit, Ueber die Verschiedenheiten der Eiweisszersetzung beim Hungern, Zeitschr. f. Biol. 2, 307.

C. Voit, Ueber die Kost in öffentlichen Anstalten, München 1876.

Die neueren Forschungen namentlich Voit's und Pettenkofer's auf dem Gebiete des Stoffwechsels ergaben, dass die Ausscheidungen des Körpers an Stickstoff mit der Grösse der Arbeit, also mit der Muskelzersetzung nicht im Verhältnisse stehen, dass also die Zersetzung der Muskelsubstanz nicht als die Quelle der Muskelkraft betrachtet werden kann. Es steht vielmehr die Menge des in den Ausscheidungen enthaltenen Stickstoffes in directer Abhängigkeit von der Quantität des in der Nahrung enthaltenen Eiweisses und steigt und fällt mit letzterem. Ein Theil des Nahrungs-Eiweisses wird also nicht Bestandtheil des Organismus, sondern bleibt in der denselben durchströmenden Säftemasse und wird durch die zelligen Gewebselemente rasch zersetzt. Man nimmt deshalb an, dass der Körper Eiweiss zweierlei Art enthalte, einmal Eiweiss als Bestandtheil geformter Elemente „Organ-Eiweiss" und zweitens Eiweiss als Bestandtheil der circulirenden Säftemasse, „circulirendes Eiweiss".

Ersteres wird nur langsam und wenig zersetzt und nimmt unter dem Einfluss wechselnden Eiweissgehaltes der Nahrung nur allmälig zu oder ab, letzteres dagegen findet in den Geweben leicht die Bedingungen zu seiner Zersetzung und wird durch grösseren Eiweissgehalt der Nahrung rasch vermehrt, durch Eiweissmangel ebenso rasch vermindert. Doch können beide Eiweisskategorien der Zersetzung unterliegen, und wenn sie einmal gemischt sind, besteht keine Scheidung mehr zwischen ihnen.

Die Zersetzungen des circulirenden Eiweisses erfolgen nach inneren, im Organismus selbst liegenden Bedingungen und sind abhängig von dem durch den Ernährungsmoduss beeinflussten Betrage der Sauerstoffaufnahme. Letztere wird durch die genossenen Eiweisskörper bestimmt, sie steigt und fällt mit der Menge derselben. Durch aufgenommenes Fett wird die Sauerstoffaufnahme herabgedrückt, so dass, wenn zu einem bestimmten Gewichte Fleisch Fett oder Zucker genossen wird, von den aufgenommenen Nahrungsstoffen ein Theil unverbrannt gespart werden kann, der nun, indem er aus dem circulirenden Stoffvorrath heraustritt, zu Organbestandtheilen wird (Mästung).

Der Sauerstoff aber verbrennt leichter das circulirende als das Organ-Eiweiss. Je grösser daher der Vorrath an ersterem, desto grösser wird die Gesammtzersetzung. Die erhöhte Eiweisszufuhr steigert demnach die Energie der Zersetzungsprocesse und vergrössert den Kraftvorrath des Organismus. Eiweissverringerung wirkt umgekehrt. Wenn im Hungerzustande schliesslich der Vorrath an circulirendem Eiweiss auf ein Minimum oder auf Null herabgedrückt ist, sind es die Organe selbst, welche der Zersetzung anheimfallen. Denn bei fortdauerndem Fasten und bei fortdauernder ungenügender Eiweisszufuhr gibt der Körper selbst das Eiweiss seiner Organe her, um den Zersetzungsvorgängen, die das Leben bedingen, das hiezu nöthige Substrat zu liefern.

Die Eiweisskörper der menschlichen Kost dienen demnach:
1. zur Erhaltung und zum Aufbau der Organbestandtheile und sind

in dieser Beziehung durch keinen anderen Nahrungsstoff ersetzbar; 2. bedingen sie durch ihren Uebergang in den Säftestrom wesentlich die Grösse und Energie der Zersetzungsvorgänge in den Geweben und sind dadurch für die Leistungsfähigkeit der Organe von grosser Bedeutung; 3. befördern sie den Ansatz von Fett in den Geweben, indem unter Umständen ein Theil der aufgenommenen Eiweissstoffe durch den Organismus in Fett verwandelt wird.

Anders gestaltet sich die Aufgabe der stickstofffreien Nahrungsstoffe, der Fette, Kohlenhydrate und des stickstoffhaltigen Leimes. Aus ihnen kann kein organisches Eiweiss gebildet werden, wohl aber sind sie im Stande, den Verbrauch an Eiweiss etwas geringer zu machen, indem sie statt des Eiweisses verbrennen. Sie schützen so das Eiweiss vor zu schnellem Zerfall. Fett- oder Stärkezusatz zur Eiweissnahrung beschränkt also die Zersetzung der Eiweisskörper in den Geweben. Auch der Leim hat eine ähnliche Aufgabe.

Die Kohlenhydrate werden im Organismus weder abgelagert, noch zu Fett umgewandelt, sondern sehr rasch zu Kohlensäure und Wasser verbrannt. Dagegen können die Kohlenhydrate die Fettzersetzung beschränken, sie sind für das Körperfett völlig schützende Nahrungsstoffe, da sie leichter oxydirt werden wie das Fett.

Zur Ablagerung und Erhaltung des Fettes im Körper dient das in der Kost zugeführte oder das bei dem Zerfall des Eiweisses entstehende Fett.

Grösse des Nahrungsbedürfnisses.

Das Nahrungsbedürfniss, d. h. die Menge der mit unserer Nahrung zuzuführenden Nährstoffe wird vor Allem von dem Betrage des zu deckenden Verlustes abhängig sein. Das Nahrungsbedürfniss steigt und fällt demnach im Allgemeinen mit der Menge der in der Form von Ausscheidungen den Körper verlassenden wägbaren Materien. Der Verbrauch an Körperstoff hängt aber ab vom Verbrauch an mechanischer Kraft und von der Grösse des Wärmeverlustes. Je kräftiger der Organismus arbeitet, je mehr er Wärme abgeben muss, desto reichlicher soll er genährt werden. Ebenso wird sich auch die Zusammensetzung der einzuführenden Nahrung nach der jeweiligen Zusammensetzung der entstandenen Ausscheidungen verschiedenartig gestalten müssen, soll die Ernährung eine zweckmässige sein.

Es ist deshalb unmöglich, von vornherein für jede einzelne Person das erforderliche Nahrungsquantum zu bestimmen, da körperliche und geistige Thätigkeit, klimatische Einflüsse, Umfang und Zusammensetzung des Körpers, ferner auch die Verdaulichkeit der Nahrung und die Verdauungskraft des einzelnen Individuums hiebei von Einfluss sind.

Man hat in zahlreichen Normaldiäten und Ernährungsformeln die erforderliche Menge der einzelnen Nährstoffe zum Ausdruck gebracht. Bei der Jugend der gegenwärtigen Ernährungstheorie und

bei dem Umstande, als einige Cardinalfragen (Stickstoffdeficit) noch nicht erledigt sind, wird es gerathen sein, diese schematischen Anführungen nur mit grosser Vorsicht aufzunehmen und praktisch anzuwenden.

Nach den Untersuchungen von Moleschott*), Voit, Ranke und Anderen genügt bei einem Mittelgewicht von 74 Kilogramm eine tägliche Nahrung, welche etwa 15 Gramm Stickstoff und 228 Gramm Kohlenstoff enthält, um die Körperausgaben zu bestreiten. Voit stellt als Norm für die Ernährung eines Erwachsenen bei mittlerer Arbeit auf: 118 Gramm Eiweiss, 56 Gramm Fett, 500 Gramm Kohlenhydrat und verlangt, dass bei sehr anstrengender Arbeit, während welcher mehr Kohlenstoff den Körper verlässt, ausser dem Eiweiss die Menge des Fettes, nicht aber die der Kohlenhydrate zu vergrössern sei, da seiner Ansicht nach letztere nicht in entsprechender Weise verwerthet werde. Für Gefangene verlangt Voit, wenn sie arbeiten gerade so viel Eiweiss, Fett und Kohlenhydrate, wie für einen erwachsenen freien Arbeiter, für nicht arbeitende Gefangene dagegen weniger, nämlich 85 Gramm Eiweiss, 30 Gramm Fett und 300 Gramm Kohlenhydrate. Für den Soldaten im Felde und für angestrengte Arbeiter normirt Voit folgenden Minimalsatz: 145 Gramm Eiweiss, 110 Gramm Fett, 447 Gramm Kohlenhydrate, die in Form von 750 Gramm Brod, 500 Gramm Fleisch, 67 Gramm Fett und 150 Gramm Gemüse zu reichen sind.

Regelung der Ernährungsweise.

Von ausserordentlicher Wichtigkeit ist es, dass die Menge der erforderlichen Nahrungsstoffe in dem richtigen Mischungsverhältnisse und in richtiger Form dem Körper zugeführt werde. Es gibt nur wenige Nahrungsmittel, welche für sich alle Nahrungsstoffgruppen in einem zur vollständigen Ernährung genügenden Verhältnisse enthalten. Der Mensch ist deshalb darauf angewiesen, die Speisen zu combiniren. Sache der Diätetik ist es, zu beurtheilen, welche Nahrungsmittel am besten dazu geeignet sind, einander zu ergänzen.

Wollten wir z. B. nur von magerem Fleisch leben, so müssten wir täglich 2600 Gramm davon verzehren, weil wir erst mit diesem Quantum das für den Tag durchschnittlich zu fordernde Kohlenstoffquantum decken. Da aber 2600 Gramm Fleisch 88 Gramm Stickstoff enthalten, wir aber nur 18 Gramm davon täglich brauchen, so hätten wir 70 Gramm mehr verzehrt, als nothwendig gewesen. Umgekehrt verhalten sich die stickstoffarmen Nahrungsmittel, der Reis, die Kartoffeln u. s. w. Sie enthalten wenig Stickstoff aber viel Kohlenstoff. Nehmen wir mit ihnen die genügende Menge von Kohlenstoff, so haben wir noch lange nicht den Bedarf an Stickstoff gedeckt. Wer sich von Schwarzbrod allein nähren wollte, müsste davon 1430 Gramm geniessen. Es ist deshalb vortheilhaft, die Kost aus verschiedenen Nahrungsmitteln zu mischen und Combinationen zu wählen, durch welche dem Körper das

*) Moleschott, Physiologie der Nahrungsmittel, Darmstadt, 1860. 233.

Nöthige an allen Nahrungsstoffen zugeführt wird. Schon insofern ist eine aus animalischen und vegetabilischen Substanzen gemischte Kost zu empfehlen. Das Ideal einer Nahrung wäre dasjenige Gemisch von Nahrungsmitteln, durch welche der nöthige Bedarf an allen einzelnen Nahrungsstoffen mit der geringsten Menge von Speisemassen erreicht würde.

Es muss vom hygienischen Standpunkte aus daran festgehalten werden, dass bei der Ernährung solcher Volksclassen, auf welche die directe staatliche Fürsorge sich erstreckt (Soldaten, Arme, Gefangene), nicht eine einseitige, blos aus Vegetabilien bestehende Kost gereicht, sondern auch zeitweise Fleischnahrung geboten werde und dass überhaupt für eine gewisse Abwechslung in der Kost gesorgt sei.

Abwechslung in der Nahrung ist eine unumgänglich nothwendige Bedingung einer guten Ernährung, ohne sie verliert zuletzt jede Nahrung ihren Reiz und damit einen grossen Theil ihres Nährwerthes.

Die Kost der Gefangenen leidet meist an dem generellen Fehler, dass sie zu wenig Fleisch oder animalische Nahrungsmittel überhaupt enthält. Der Gefangenhausarzt Baer verlangt in der Nahrung der Gefangenen durchschnittlich per Tag 117 Gramm Fleisch.

Die Folgen der einseitigen Pflanzenkost sind nach Baer*) Appetitlosigkeit, Säurebildung, Erbrechen, Flatulenz, häufige Durchfälle und anhaltende Verstopfung. Der Zustand der allmäligen Erschlaffung und Erschöpfung ist dann meistens das disponirende Moment für die Entwicklung chronischer Dissolutions-Krankheiten, Phtisis, Hydrops, Scrophulose, Skorbut. Die fortwährenden Mehl- und Brotsuppen, das stetige Einerlei in der Kost erwirkt bei den Gefangenen schliesslich einen Widerwillen gegen die Speisen, sie haben bei lebhaftem Hunger durch den Anblick und den Geruch der Speisen ein Gefühl von Brechreizung. Wer das Leben der Sträflinge praktisch kennt, sagt Ehlers, wird wissen, wie furchtbar die monotone, reizlose, wenig animalische Bestandtheile enthaltende Sträflingskost die Leute herunterbringt, wie sie für einen Häring, einen Käse, etwas Butter, eine saure Gurke u. s. w. ihren besten Freund verrathen würden.

Anbelangend die Form, in der die Nahrung genossen wird, so kann man im Allgemeinen annehmen, dass je kleiner die Masse ist, in welcher die nöthigen Nährstoffe dem Körper zugeführt werden, je homogener sie in dessen Formbestandtheilen sind und je zugänglicher der Verdauungskraft des Verdauungsapparates, desto geringer ist die Arbeit des Körpers zu ihrer Bewältigung und Umformung, desto rascher und vollständiger die Assimilation.

Im Allgemeinen sind animalische Nahrungsmittel leichter verdaulich als vegetabilische, frische leichter als conservirte, gekochte besser als rohe.

*) Baer, die Gefängnisse. Berlin 1871.

Der Effect der Ernährung ist nicht allein von der Beschaffenheit der Nahrung, sondern auch von dem Verhalten des sich Ernährenden in hohem Grade abhängig. Die Speise muss durch die Zähne hinlänglich zerkleinert, durch den Speichel in glatte, schlüpfrige Bissen verwandelt oder gelöst, durch die Kräfte und Säfte des Magens und des Darmes unter dem Einflusse der daselbst herrschenden Wärme in das für den Organismus Brauchbare und in das Unbrauchbare geschieden, letzteres als Koth entfernt und ersteres durch die Lymphgefässe in die Blutbahn transportirt werden. Nur wenn der Körper in jeder dieser Beziehungen gut functionirt, wird die Nahrung genügend ausgenützt. Der Mensch lebt nicht von dem, was er schluckt, sondern von dem, was er verdaut.

Individualität, Art der Beschäftigung, Klima, äussere Verhältnisse, Alter und Körperzustand bedingen die mannigfachen von einander sehr abweichenden Ernährungsweisen der verschiedenen Völker und der einzelnen Individuen.

Die naturgemässe Nahrung des Menschen im ersten Lebensalter ist die Muttermilch. Von dieser Regel sollte deshalb nur in den zwingendsten Fällen abgegangen werden. Ist Bezahnung eingetreten, so werden der Milch consistentere Nahrungsmittel (Mehl, Stärke) zugesetzt.

Das heranwachsende Kind verlangt besonders in den Jahren des lebhaften Wachsthumes eine reichliche und richtig zusammengesetzte Nahrung. Die Eiweissstoffe dürfen im Verhältniss zu den Kohlehydraten weder zu reichlich noch zu kärglich bemessen sein; im ersteren Fall findet ein erhöhter Eiweissumsatz statt, der kein Eiweiss zum Ansatz gelangen lässt, im letzteren Fall kann wegen Mangel an Eiweiss kein Ansatz oder Wachsthum erfolgen.

Wenn auch genaue Untersuchungen des Stoffwechselvorganges im kindlichen Körper noch fehlen, so ist es doch erwiesen, dass das Kind zur Erhaltung seines kleineren Körpers zwar eine geringere Menge von Nahrungsstoffen als ein Erwachsener braucht, nicht aber in demselben Verhältniss weniger, als sein Gewicht und seine Arbeitsleistung geringer ist; es setzt verhältnissmässig mehr um und gebraucht ausserdem zu seinem Wachsthum der Nahrungsstoffe.

Mit dem Altwerden nimmt die Thätigkeit der Sinne und Organe mehr und mehr ab und damit wird auch die Grösse des Stoffwechsels nach und nach herabgedrückt. Forster hat durch Untersuchung des Harns eines sechzigjährigen, kräftigen und thätigen Mannes nachgewiesen, dass in der That eine ältere Person selbst bei Arbeit weniger Eiweiss zersetzt als in der Jugend, und dass also im Alter die Nahrungszufuhr in geringerer Menge stattfinden kann. Den erschlaffenden Verdauungsorganen wird durch Einnahme von leicht verdaulichen Speisen und anregenden Genuss- und Reizmitteln (Wein ist die Milch der Alten) nachgeholfen.

Für eine zweckmässige Ernährung ist auch eine richtige Vertheilung der Mahlzeiten auf die verschiedenen Tagesstunden

nothwendig. Ein fleischfressendes Thier ist im Stande, seine volle Nahrung für einen ganzen Tag in wenigen Minuten zu verschlingen, und der Pflanzenfresser kaut fortwährend an seinem Futter herum. Der Mensch vermag nicht seine tägliche Nahrung auf einmal einzunehmen, da er seinem Verdauungsapparat eine zu grosse Last aufbürden würde. Durch die je nach der Sitte des Landes geübte Vertheilung des Essens auf zwei oder drei Hauptmahlzeiten kann die Verdauung der Speisen und ihre Assimilation gleichmässiger und vollständiger vor sich gehen.

Auch die Essensweise ist von Einfluss auf den Effect der Ernährung, da die Art der Thätigkeit des Darmcanals von äusseren Reizen abhängt. Deshalb schlägt Jenem das Essen besser an, der sich zum Essen Zeit nimmt, gut kaut, in heiterer Stimmung sich befindet und sich an der Reinlichkeit, Zierlichkeit und dem Comfort, mit dem die Tafel gedeckt wird, erfreuen kann.

Oeffentliche Maassregelung in Bezug auf Nahrungs- und Genussmittel.

Es ist eine durch Erfahrung und Wissenschaft bewiesene Thatsache, dass mangelhafte Ernährung nicht nur Verminderung der Leistungsfähigkeit und Herabsetzung der Widerstandsfähigkeit gegen krankmachende Einflüsse zur Folge hat, sondern auch die Gesundheit auf die Dauer schädigen kann.

So ist es unzweifelhaft, dass Skorbut eine Ernährungskrankheit ist, die jedoch nicht als Folge einer im Allgemeinen ungenügenden Nahrung, sondern durch den Mangel an frischem, saftreichen Gemüse entsteht. Bei Hungersnoth, überhaupt bei unzureichender Ernährung werden Flecktyphus und andere Epidemien in ihrer Ausbreitung unterstützt.

Dass die Ernährungsweise eines Volkes dessen Gesundheitszustand, Cultur und Thatkraft in hervorragender Weise beeinflusst, darüber finden sich in der Geschichte aller Länder die beweisendsten Thatsachen. Aus diesen Wechselbeziehungen zwischen Ernährungsweise und Leistungsfähigkeit der Nation entsteht für den Staat die Aufgabe, Alles zu thun und Alles zu unterstützen, was der rationellen Ernährung des Volkes zugute kommt. In dieser Beziehung kommen alle jene Maassregeln in Betracht, durch welche der allgemeine Wohlstand gehoben und die Beschaffung von Lebensmitteln erleichtert wird (Consumvereine, Markthallen, Marktaufsicht u. s. w.).

Besonders nützlich erweist sich die Errichtung von Volksküchen, in welchen auch der Minderbemittelte sich ein schmackhaftes und nährendes Mahl zum Selbstkostenpreis verschaffen kann.

Wenn auch die Errichtung der Volksküchen nicht Sache der öffentlichen Verwaltung ist, sondern nur durch freiwillige Thätigkeit zu Stande kommen kann, so sollte doch von Seite der Oeffentlichkeit dafür gesorgt sein, dass in diesen Anstalten Menge und Zusammensetzung der Speisen den rationellen Grundsätzen der Ernährung entsprechen.

Eine unmittelbare Aufsicht und Regelung durch die öffentliche Verwaltung bedarf weiter die Kost der Soldaten, Waisenkinder, Gefangenen, Pfründner, überhaupt solcher Personen, die von Seite des Staates oder der Gemeinde mit allen Lebensbedürfnissen versorgt werden müssen.

Um die Kost in öffentlichen Anstalten auf die in ihnen enthaltenen Nahrungsstoffe zu prüfen, hat Voit*) folgende Methode vorgeschlagen: In Anstalten, welche für jeden Tag der Woche einen bestimmten Kostsatz haben, wird die Menge der Lebensmittel, welche zur Bereitung jeder in der Kostordnung festgesetzten Speise genommen wird, in der Küche mit der Wage ermittelt und bei der bekannten Zahl der abgegebenen Portionen die Zusammensetzung des auf Eine Portion fallenden Rohmaterials für jeden Wochentag berechnet. Bei Gemüse u. s. w. dürfen natürlich die Abfälle nicht mit in Rechnung kommen; beim Fleisch müssen wenigstens an einigen Tagen von der ganzen für einen Tag bestimmten Masse Knochen, Sehnen und Knorpel, ebenso das Fettgewebe abgetrennt und gewogen und das rückständige, fettfreie Fleisch ebenfalls gewogen werden. Wo aus demselben Topfe, wie z. B. in Krankenhäusern, möglichst grosse Portionen genommen werden, muss ausserdem von jeder Art von Portion eine Anzahl in einem Wasserbade völlig bei 100° C. getrocknet, und, da der Gehalt der gebrauchten Lebensmittel an festen Bestandtheilen bekannt ist, die procentarische Zusammensetzung jeder Art von Portion durch Rechnung gefunden werden; Fettgewebe und fettfreies Fleisch werden jedes für sich getrocknet.

Nachdem in dieser Weise die Menge der zur Kost verwendeten Nahrungsstoffe und Nahrungsmittel festgestellt ist, berechnet man nach den vorliegenden Analysen dieser Stoffe den Gesammtgehalt der Kost an Eiweiss, Fett und Kohlenhydraten oder man bestimmt durch eigene Analyse in Proben der betreffenden Lebensmittel den Gehalt an Wasser und an Fett und den Gehalt der trockenen, entfetteten Substanz an Stickstoff (woraus man durch Multiplication mit 6·45 den Eiweissgehalt erfährt) und an Aschebestandtheilen; der Rest wird als Kohlenhydrat in Anschlag gebracht.

Für einige der wichtigsten Nahrungsmittel sind die folgenden procentarischen Werthe gefunden:

	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlenhydrate
Ochsenfleisch	75·9	21·9	0·9	—
Kalbfleisch	78·0	15·3	1·3	—
Fettgewebe	3·7	1·7	94·5	—
Hühnereі	73·9	14·1	10·9	—
Milch	87·1	4·1	3·9	4·2
Butter	7·0	0·9	92·1	—
Magerer Käse	40·0	43·0	7·0	—
Weizenmehl	12·6	11·8	—	73·6
Reis	13·5	7·5	—	78·1

*) Voit, Untersuchungen der Kost in einigen öffentlichen Anstalten München 1877.

	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlenhydrate
Weissbrod	28 6	9·6	—	60·1
Erbsen	14·3	22·5	—	58·2
Gelbe Rüben	85·0	1·5	—	12·3
Kartoffeln	75·0	2·0	—	21·8

Weiter ist es Aufgabe des Staates und der öffentlichen Gesundheitspflege dafür zu sorgen, dass die vorhandenen Nahrungs- und Genussmittel jene Beschaffenheit und jenen Werth haben, um derenwegen sie gekauft werden und dass sie nicht die Ursache von Gesundheitsstörungen werden, wenn sie durch Zufall, durch Unwissenheit oder durch Gewinnsucht verdorben, gefälscht oder mit schädlichen Stoffen gemengt sind.

In der That mehren sich die Klagen über Verfälschung der zum Verkaufe ausgebotenen Nahrungs- und Genussmittel von Jahr zu Jahr. Mit Recht beschwert man sich, dass nicht nur der Nahrungs- und Kaufwerth derselben durch Verfälschung verringert wird, sondern dass durch die Verfälschung die Nahrungs- und Genussmittel oft geradezu gesundheitsgefährlich werden.

Dass diesen Missständen nicht genügend vorgebeugt werden kann, liegt zum Theil in der Lässigkeit, mit welcher jene Gesetze gehandhabt werden, welche die einzelnen Staaten in dieser Beziehung erlassen haben, zum Theil aber in der Mangelhaftigkeit der diesbezüglichen staatlichen Verordnungen und Einrichtungen.

Vor Allem ist es deshalb vom hygienischen Standpunkte nöthig, dass zuerst durch legislatorische und administrative Acte der Rechtsboden vorbereitet werde, auf dem sich die gesundheitspolizeiliche Ueberwachung der Nahrungs- und Genussmittel mit ausreichendem Erfolge bewegen kann. Der Rechtsschutz gegen die aus der Verfälschung oder Verderbniss der Nahrungs- und Genussmittel entstehenden Beeinträchtigungen muss sich aber so gestalten, dass das Publicum nicht blos vor positiv gesundheitsgefährlichen, sondern auch vor solchen Gegenständen bewahrt werde, welche durch Verfälschung oder inneren Verderb in ihrem Nährwerth verringert und deshalb ihren Zweck zu erfüllen mehr oder weniger untauglich sind.

Die Vorschriften und Maassnahmen, welche mit Bezug auf die Regelung des Verkehrs mit Nahrungs- und Genussmitteln von Seite der öffentlichen Verwaltung anzuführen sind, müssen von folgenden Gesichtspunkten*) ausgehen.

Vor Allem ist es nöthig, dass der Verkauf von unqualitätsmässigen Nahrungs- und Genussmitteln der Behörde so viel als möglich bekannt werde. Das ist nur durch Controle des Nahrungsmittel-Marktes von Seite sachverständiger Organe erreichbar. Diese Controle kann und wird nur dann wirksam und erfolgreich sich gestalten, wenn

*) Aus den Motiven zu dem Gesetz, betreffend den Verkehr mit Nahrungsmitteln, Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen in der deutschen Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege 10. 402.

sie durch Beamte der Gesundheitsbehörde geübt wird, wenn diese die zu einer sachgemässen Beurtheilung der zu untersuchenden Nahrungs- und Genussmittel nöthigen Kenntnisse haben und denselben alle wissenschaftlichen Behelfe, die zur Prüfung nothwendig sind, zu Gebote stehen. Ihre Stellung muss ihrem Amte gemäss systemisirt, es muss ihnen einerseits die nöthige Freiheit bezüglich der Art ihrer Intervention gewährt und andererseits zur Pflicht gemacht werden, ein Uebergreifen in den Gewerbebetrieb, insoweit eben die Verhütung von Gefahren für die Gesundheit dies nicht erheischt, zu vermeiden. Insbesondere erscheint es nöthig, diesen Beamten das Recht des Eintrittes in die zum Feilhalten oder zum Aufbewahren der zum Verkaufe bestimmten Lebensmittel vorhandenen Räumlichkeiten während der Zeit als dieselben dem Publicum geöffnet sind, beizulegen, es muss ihnen weiter unbenommen bleiben, sich durch Revision der Räumlichkeiten von dem Inhalt derselben Kenntniss zu verschaffen und soweit der Augenschein allein ein sicheres Urtheil nicht gestattet, durch Entnehmen von Proben der zuständigen Behörde die Unterlage für eine sachverständige Untersuchung zu schaffen, wenn sie nicht selbst in der Lage sind, die Untersuchung sachgemäss durchzuführen.

Werden durch die marktpolizeiliche Controle oder in anderer Art Fälle constatirt, bei welchen unqualitätsmässige Nahrungs- und Genussmittel ausgeboten und verkauft wurden, so ist ein Einschreiten der Behörde geboten, und sind hiebei solche Vorgänge, durch welche das Publicum von Seite des Verkäufers getäuscht oder gar gefährdet und geschädigt wurde, an den Schuldigen zu ahnden.

Es ist nothwendig, dass die diesbezüglichen Rechts- und Strafbestimmungen den Begriff „fälschen" genau in's Auge fassen.

Darin, dass ein Gegenstand künstlich nachgemacht oder verschlechtert ist, wird man an und für sich eine strafbare Handlung noch nicht erkennen können. Denjenigen z. B. welcher Wein künstlich ohne Rebensaft herstellt, oder welcher Milch durch einen Zusatz von Wasser verdünnt, diese Fabricate und Mischungen aber ausdrücklich als Kunstwein und als mit Wasser verdünnte Milch feilhält, wird man nicht einer strafbaren Handlung zeihen dürfen. Es wird daher von einer strafbaren Handlung nur dann die Rede sein können, wenn das der Waare gegebene Aussehen, die Benennung, Bezeichnung, überhaupt der Schein ihrem Wesen nicht entspricht. Dieser Mangel an Uebereinstimmung zwischen beiden Momenten kann entweder dadurch entstehen, dass das künstliche Fabricat als Naturproduct ausgegeben, dass der Waare der Anschein einer besseren Beschaffenheit gegeben wird, als ihrem Wesen entspricht, oder dadurch, dass eine Verschlechterung, welche in ihrem Wesen eingetreten ist, verheimlicht, verdeckt, nicht erkennbar gemacht wird. Wer z. B. rohem, nicht mehr frischem Fleisch durch künstliche Mittel das Aussehen frisch geschlachteten gibt, wer schlechter, dünnflüssiger Milch durch Zusatz von Stoffen das Aussehen guter Milch verleiht, wer bereits gebrauchten Thee-

blättern durch Färben oder Bestäuben das Aussehen noch nicht gebrauchter verschafft, wer einer Waare durch Bezeichnung, Etikettirung eine Benennung beifügt, welche ihrem Wesen nicht entspricht, z. B. Kunstbutter als Butter bezeichnet, versieht sie mit dem Anschein einer besseren Beschaffenheit.

Denselben Zweck, nur mit Mitteln entgegengesetzter Richtung, verfolgt, wer die Sache verschlechtert — sei es durch Entnehmen von Stoffen (z. B. Abrahmen der Milch) oder Zusetzen von Stoffen (z. B. Wasserbeimischung zur Milch, zum Bier, Beimengung von aus Thon nachgemachten Kaffeebohnen zum Kaffee u. s. w.) oder auf andere Weise — und die verschlechterte Waare als eine nicht verschlechterte, d. h. unter Verschweigung der Verschlechterung oder unter einer Bezeichnung, welche den Kauflustigen über die eingetretene Verschlechterung zu täuschen geeignet ist, feilhält.

Dem letzteren Fall der Verfälschung ist jener gleichzustellen, in welchem die Verschlechterung nicht durch ein Thun, sondern durch einen natürlichen Process eingetreten ist und dieser verschwiegen oder nicht erkennbar gemacht wird.

Von dem Vorhandensein einer rechtswidrigen, gewinnsüchtigen Absicht die Strafbarkeit und Beanständung abhängig zu machen, erscheint nicht angezeigt, da wenn auch eine solche Absicht bei einem wissentlichen Verkauf oder Feilhalten der bezeichneten Gegenstände in der Regel vorausgesetzt werden kann, doch auch Fälle denkbar sind, wo ein Gewinn nicht beabsichtigt wird, ohne dass damit die Handlung ihres wesentlich durch die fälschliche Beschaffenheit der Waare begründeten strafwürdigen Charakters entkleidet wird

Wenn es auch keinem Zweifel unterliegt, dass derjenige, der wissentlich in der erörterten Weise beim Verkaufe seiner Waare das Publicum täuscht und benachtheiligt, bestraft werden soll, so fragt es sich, ob auch derjenige, der aus Fahrlässigkeit die bezeichneten Handlungen begeht und überhaupt ein Jeder, welcher verfälschte oder verdorbene Nahrungs- und Genussmittel verkauft oder feilhält, in allen Fällen bestraft werden soll, ohne da, wo er diese Eigenschaften nicht gekannt hat, auf das Verschulden der Unkenntniss Gewicht zu legen.

So weit kann man wohl, so sehr es auch zum Vortheile des Publicums wäre, mit Rücksicht auf die allgemeinen Grundsätze des Strafrechtes nicht gehen. Derjenige, welcher thunlichst bemüht war, sich über die Beschaffenheit der von ihm feilzuhaltenden Waare zu unterrichten, kann, falls ihm dies nicht möglich war oder die eingeholte Auskunft ihm keine Veranlassung zu Bedenken gegeben hat, nicht bestraft werden, wenn es sich später dennoch herausstellen sollte, dass die Waare verfälscht oder verdorben oder schädlich gewesen.

Dagegen wird man fordern können, dass wer Lebensmittel feilhält und verkauft, verpflichtet wird, sich über deren Beschaffenheit

zu unterrichten und unterrichtet zu halten. Hat er dies nicht selbst gethan, oder hat er die ihm gebotene Gelegenheit, sich durch Einziehung von Belehrung bei Sachverständigen Auskunft zu verschaffen, unbenutzt gelassen, so wird er den Vorwurf der Fahrlässigkeit von sich nicht abwehren können und ist deshalb strafbar.

Selbstverständlich wird man auch verlangen müssen, dass Jeder, der vorsätzlich Gegenstände, welche bestimmt sind, Anderen als Nahrungs- oder Genussmittel zu dienen, derart herstellt, dass der Genuss derselben die menschliche Gesundheit zu schädigen geeignet ist, ingleichen, dass Jeder, der wissentlich Gegenstände, deren Genuss die menschliche Gesundheit zu schädigen vermag, als Nahrungs- und Genussmittel verkauft, feilhält oder sonst in Verkehr bringt, strenge bestraft werde.

Dem Zwecke, der Verfälschung und ihren nachtheiligen Folgen wirksam entgegen zu treten, entspricht gewiss keine Maassregel besser, als die öffentliche Bekanntmachung der constatirten Verfälschung und des über sie ergangenen Richterspruches. Es liegt in dem berechtigten Interesse des Publicums, diejenigen Verkäufer kennen zu lernen, welche sich einer gefährdenden oder unlauteren Handlung der fraglichen Art schuldig gemacht haben.

Da aber diese Maassregel unter Umständen für den Betroffenen eine unverhältnissmässige Härte enthalten kann, so erscheint es angemessen, die Anordnung der Urtheilsveröffentlichung in das facultative Ermessen des Strafrichters zu stellen.

Küchenwesen und Essgeschirre.

Unsere meisten Nahrungsmittel müssen, bevor sie zum Genusse gelangen, erst zu Speisen zubereitet und nicht selten längere Zeit aufbewahrt werden. Die Art der Zubereitung sowie die hiezu nöthigen Behelfe sind für die Zuträglichkeit und gesunde Beschaffenheit der Speisen von nicht zu unterschätzendem Einflusse. Es verdienen deshalb auch alle jene Localitäten und Geräthschaften, die zum Aufbewahren und zur Zubereitung der Victualien und Speisen dienen, hygienische Beachtung.

Es ist selbstverständlich, dass sich die Privatküchen der sanitätspolizeilichen Aufsicht und Controle entziehen. Die öffentliche Gesundheitspflege kann in dieser Beziehung nur durch Belehrung auf das Publicum einwirken.

Dagegen sollten Küchen, in welchen die Kost für Pfleglinge der Oeffentlichkeit oder des Staates bereitet wird (Küchen in Kasernen, Gefangenhäusern, Irrenanstalten, Siechenhäusern u. s. w.) stets unter Aufsicht oder wenigstens Controle eines Hygienikers stehen.

Von einer guten Küche muss verlangt werden, dass sie geräumig, ventilirbar, hell sei, dass in ihr die grösste Ordnung und die minutiöseste Reinlichkeit herrsche, dass alles Geschirr und Geräth sofort gereinigt auf seinen bestimmten Platz komme, dass in derselben weder geschlafen, noch andere, namentlich nicht staubende

Arbeiten (Kleiderputzen, Stiefelwichsen, Wäschewaschen) vorgenommen werden.

Zur Aufbewahrung von Gemüse, Fleisch, Milch, Butter u. s. w. sollen separate, trockene, luftige, entsprechend kühle Räume (Eisschränke, Eiskeller, Speiseschränke u. s. w.) vorhanden sein.

Selbstverständlich ist, dass der Küchenherd gut ziehen, und keinen Rauch in den Küchenraum abgeben soll.

Das Küchen- und Essgeschirr soll möglichst wenig Rippen, Verzierungen, Vertiefungen u. s. w. haben, in- und auswendig möglichst glatt sein, und jede Unreinlichkeit leicht und vollständig entfernen lassen.

Bei der Wahl des Materials für Küchen- und Essgeschirre sollte nicht blos die Rücksicht auf den Zweck des Gegenstandes, sondern auch die Erwägung leitend sein, ob nicht schädliche Substanzen aus demselben in die Speisen und Getränke übergehen können.

In gesundheitlicher Beziehung tadelloses Material ist Glas, Porzellan mit Glasur aus Feldspath und Quarz, und Steingut, wenn die Glasur desselben durch starkes Erhitzen bis zum Glasigwerden des Thones oder durch Verflüchtigung unter Zusatz von Kochsalz (siehe Gewerbehygiene) bewerkstelligt wurde. Diese Materialien geben nicht das Geringste an die Speisen ab, sind wegen ihrer Glätte leicht zu reinigen und lassen Schmutz leicht erkennen.

Holzgeschirre und Holzgeräthschaften, die zu Küchenzwecken dienen, haben den Uebelstand, dass in die Poren des Holzes leicht Speiseflüssigkeit eindringt, daselbst vertrocknet, und die Holzwände wenn nicht nach jedesmaligem Gebrauche die gründlichste Reinigung stattfindet, mit zersetzbaren Stoffen aller Art verunreinigt. Es ist deshalb zweckmässig, das Holz, wo es angeht, durch geeigneteres Material zu ersetzen. (In neuerer Zeit sind statt der hölzernen Nudelbretter Marmorplatten, statt der hölzernen Teigwalker solche von Porzellan vielfach und mit Vortheil in Gebrauch.)

Von metallenen Geschirren sind silberne, ferner aus reinem Zinn bestehende, sowie untadelhaft verzinnte, vom gesundheitlichen Gesichtspunkte unbedenklich. Doch sei bezüglich zinnener und verzinnter Geschirre bemerkt, dass im Handel sehr viel Geschirr vorkommt, dessen Zinn stark bleihältig ist. Ein kleiner Bleigehalt ist der Verwendung des Zinnes zu Essgeräthen nicht gerade abträglich. Im Allgemeinen wird angenommen, dass erst ein 10% übersteigender Bleigehalt des Zinnes gefährlich werden kann, weil dann das Blei, weniger fest mit Zinn legirt, leicht in kochsalz-, säure- und zuckerhaltige Speisen übergehen kann.

Unverzinnte kupferne Geschirre sind sehr bedenklich. Wenn sauere Speisen darin gekocht werden und bis zum Erkalten stehen bleiben, so bildet sich Grünspan, der bekanntlich sehr giftig wirkt. Gut verzinnte Kupfergeschirre sind dagegen ungefährlich. Mit der Zeit wird die beste Verzinnung abgerieben, und die rein röthliche

Kupferfläche kommt zum Vorschein. Es muss dann eine Wiederverzinnung stattfinden.

Eisernes Kochgeschirr wird leicht rostig und verleiht dann den Speisen einen Tintengeschmack. Wird es aber rein gehalten oder entweder durch Verzinnung oder durch ein bleifreies Email vor Rost geschützt, so ist es unbedenklich. Trefflich bewährt sich Kochgeschirr aus verzinntem Bessemerstahl.

Geschirr aus Zink oder aus Legirungen, die Zink, Kupfer enthalten, wie z. B. Neusilber, Chinasilber, Alpacca u. s. w., sollte stets versilbert sein. Hat sich die Versilberung abgerieben oder wird solches Geschirr ohne Silberüberzug verwendet, so gibt es an die Speisen leicht sein Metall ab.

Bei der Untersuchung der Glasur von Geschirren zur Beantwortung der Frage, ob in denselben Blei in solcher Form und Menge enthalten sei, dass dasselbe in Speisen übergehen könne, kocht man die zu untersuchenden Geschirre längere Zeit hindurch unter häufigem Umschwenken mit starkem Essig aus, und prüft die so erhaltene Lösung zuerst mit Schwefelwasserstoffwasser, welches in der Lösung einen schwarzen, und dann mit Schwefelsäure, welche einen weissen Niederschlag erzeugt, wenn Blei vorhanden ist.

Bei verzinntem Geschirr verräth sich ein grösserer Bleigehalt durch einen matten, bläulichen Glanz und durch den Umstand, dass eine solche Verzinnung leicht abfärbt.

Zweites Capitel.

Animalische Nahrungsmittel.

Fleisch.

Gewöhnlich verstehen wir unter Fleisch als Nahrungsmittel nicht blos die eigentliche Muskelsubstanz, sondern die Muskeln in ihrem natürlichen Zusammenhang mit Fett, Sehnen, Knorpeln und Knochen.

Fett- und sehnenfreies Fleisch hat durchschnittlich 75% Wasser, 18—20% Eiweiss (von denen 2—3% in kaltem Wasser löslich und durch Siedhitze coagulirbar sind) und 1—2% Extractivstoffe. Der Stickstoffgehalt beträgt 16·2%*).

Das Muskelfleisch besteht aus lauter neben einander liegenden Fasern, den Muskelfasern. Mehrere solcher Fasern bilden ein feines, an den Enden oft schwächeres Muskelbündel und viele solcher Muskelbündel stellen den Muskel dar. Die Mukelfasern (Fig. 108) sind theils glatt und ungestreift, theils quergestreift. Im Innern sind die Fasern hohl, sie sind einer cylindrischen Röhre vergleichbar, welche im Innern mit Saft und runden Körpern gefüllt ist. Dieser Inhalt erhält Ab- und Zufluss durch den Blutkreislauf, unterliegt daher fortwährenden Veränderungen. Die Kerne der Muskelfäden

*) Nowak, Ueber den Stickstoffgehalt des Fleisches, Sitzungsbericht der k. k. Akademie der Wissenschaften 1870.

sind wandständig, liegen der innern Seite der Scheide an, sind aber ablösbar. Man sieht solche Kerne nicht selten in den Lücken auftreten, welche entstehen, wenn der streifige Inhalt zerreisst und sich zurückzieht.

Die Wandungen der Muskelfasern (Sarkolemma) bestehen aus einer stickstoffhaltigen Substanz, welche durch den Einfluss gewisser Reagentien in Syntonin (Muskelfibrin) übergeht und dem Eiweiss sehr nahe steht. Die mit blossem Auge nicht sichtbaren Muskelfasern werden durch Bindegewebe (leimgebendes Gewebe) zusammengehalten. Die Muskelfasern junger Thiere sind dünn und zart, jene alter und schlecht genährter fest und stark bindegewebehaltig.

Physiologische Bedeutung des Fleisches.

Der grosse Werth des Fleisches als Nahrungsmittel ist hauptsächlich bedingt durch den Reichthum der Muskeln an eiweissartigen Stoffen, durch die Beimischung von leicht verdaulichem Fett und leimgebender Substanz und durch den grossen Gehalt an mineralischen Nährsalzen. Dagegen ist das Fleisch völlig arm an Kohlenhydraten. Zur Erhöhung des Werthes des Fleisches tragen seine Extractivstoffe (Kreatin, Kreatinin, Hypoxanthin, Inosin, Milch,

Fig. 108.

Essig, Ameisensäure, zuckerartige Producte) wesentlich bei, da diese Stoffe als Genussmittel functioniren und auf das Nervensystem von anregender Wirkung sind. Das Fleisch ist im Allgemeinen leicht verdaulich und assimilirbar.

Die in der Zusammensetzung des Fleisches begründeten grossen Vorzüge als Nahrungsmittel weisen ihm bezüglich der Art unserer Mundverpflegung unstreitig eine erste Rolle zu. Eine zweckmässige Nahrung ist ohne Fleischzusatz auf die Dauer kaum erzielbar. Die hervorragenden Leistungen der englischen Arbeiter führt man wesentlich auf den starken Consum von Fleisch zurück. Von allen civilisirten Ländern hat England und das nördliche Amerika den stärksten Fleischverbrauch; so entfallen auf je einen Engländer jährlich 27 Kilogramm Fleisch, auf einen Oesterreicher kaum 20 Kilogramm, während Italien den geringsten Consum aufweist. England benützt drei Fünftel des culturfähigen Landes für die Viehzucht und nur zwei Fünftel für die Körnerproduction*).

Versorgung mit Fleisch.

Die öffentliche Verwaltung sollte demnach mit Rücksicht auf die physiologische Bedeutung des Fleisches, auf das lebhafteste Sorge

*) Baranski, Vieh- und Fleischschau, Wien 1880. S. 7.

tragen, dass alle Classen der Bevölkerung Fleisch in einer der Quantität und Qualität nach entsprechenden Weise sich verschaffen können. Der Soldat und der Gefangene, vom Staate aus verpflegt, erhält nunmehr, Dank der allerwärts gewonnenen Einsicht über die Nothwendigkeit des Fleischzusatzes zur Kost, täglich oder wenigstens einigemal in der Woche Fleisch; allein so mancher Arbeiter, der gerade gut genährt werden soll, muss hierauf des verhältnissmässig hohen Preises wegen verzichten.

Für die leichtere Beschaffbarkeit des Fleisches in genügender Quantität lässt sich von Seite der öffentlichen Verwaltung sorgen:

1. Durch Beförderung, Begünstigung der Viehzucht.

2. Durch Erleichterung der Zufuhr (namentlich nach grösseren Orten). Letztere Maassregel begünstigt allerdings die Verbreitung ansteckender Thierkrankheiten. Diesem Umstande kann aber durch ein zweckentsprechendes, mit dieser Maassregel gleichzeitig einzuführendes veterinär-polizeiliches Einschreiten gesteuert werden.

3. Durch Normirung oder wenigstens Ueberwachung und Einflussnahme auf die Normirung des Fleischpreises.

4. Durch Einführen neuer Thiergattungen, die zum Genuss sich eignen.

Bezüglich des letzteren Punktes erscheint es passend, des Pferdefleisches zu erwähnen.

Das Pferdefleisch bildet bei vielen Völkern Asiens, Afrikas und Amerikas einen Hauptbestandtheil der Nahrung. Auch die alten Deutschen nährten sich davon, bis es von Rom aus verboten wurde. Im Kriege hat die Noth den Genuss des Pferdefleisches wiederholt erzwungen.

Der Geschmack des Pferdefleisches hängt sehr von der Zubereitung desselben und von dem Alter des Schlachtthieres ab. Zum Kochen eignet es sich im Allgemeinen weniger. Die hiebei entstehende Suppe ist dünn, das Fleisch selbst schmeckt weichlich, seifig, nach Pferden. Gedünstet, geröstet und gebraten, auch geräuchert schmeckt es gut, wenn es nicht, wie gewöhnlich, von zu alten, herabgekommenen Thieren stammt. Aeusserlich unterscheidet es sich vom Rindfleisch wenig; meist ist es dunkler und fester. Hengste geben das schlechteste Fleisch. Die Nieren des Pferdes riechen beim Genuss stark nach Pferde-Urin. Die Lungen sind zähe und schmecken sehr schlecht.

Auch in dem zahmen, französischen Kaninchen glaubt man einen billigen Fleischproducenten erblicken zu können, der die arbeitenden und armen Volksclassen mit Fleisch zu versorgen im Stande ist. In Frankreich und England hat die Zucht dieser Thiere einen hohen Grad der Vollkommenheit erlangt. Allein H. Weiske hat gezeigt, dass die Fleischproduction bei diesen Thieren nicht sehr billig ist. Machen wir denselben Geldaufwand, der zur Kaninchenzucht nöthig ist, bei Fütterung von Schweinen, die ebenfalls Abfälle aller Art fressen, so wird damit für Fleisch- und Fettproduction mehr

erzielt. Kleinere Thiere gebrauchen bei einem lebhaften Stoffwechsel für dasselbe Körpergewicht mehr Nährstoff als grosse Thiere. Dieselbe Menge von Nährstoff kann daher bei ihnen für Fleisch und Fettabsatz nicht dasselbe leisten, wie bei grösseren Thieren.

Die Qualität des Fleisches hängt von einer Reihe von Umständen ab, von denen die einflussreichsten nachfolgend abgehandelt werden.

Gattung, Race, Alter und Lebensweise der Schlachtthiere.

Von je niedrigerer Thierclasse das Fleisch stammt, desto grösser ist im Allgemeinen sein Wassergehalt. Das substanziöseste Fleisch haben die Säugethiere und die Vögel.

Thiere, die naturgemäss leben, liefern ein gutes, gesundes, wohlschmeckendes Fleisch. Das Fleisch der Hasen, Rehe, Hirsche zählt mit Recht zu den geschätztesten. Auch das Fleisch des Steppenviehes (Büffel) ist kräftig und wohlschmeckend. Dagegen wird das Fleisch wilder fleischfressender Thiere nicht genossen; es hat einen widerlichen Geruch.

Die meiste Verwendung findet das Rindfleisch. Das Rindfleisch besitzt ein marmorirtes Aussehen, ein dichteres Gefüge als die anderen gebräuchlichen Fleischsorten, ist von allen Fleischsorten der Schlachtthiere am meisten mit rothem Blutsaft ausgefüllt und hat einen vollen, angenehmen Geschmack. Man hält dafür, dass es von allen Fleischsorten das nahrhafteste ist.

Bei gewissen Rinderracen ist die Fleischfaser besonders fein und zart. Gewöhnlich haben Rinder mit lichter Farbe und feiner Haut ein besseres Fleisch, als Thiere mit dunkler Hautfarbe. Von den verschiedenen Rindviehracen schätzt man in England als besonders schmackhaft das Fleisch der Shorthorns, in Frankreich das Fleisch der Charalois, in Deutschland die schwäbisch-hällische Rinderrace, in Oesterreich das ungarische und podolische Rind. Bei der Shorthornrace ist das Fett zwischen den Fleischfasern eingelagert, weshalb ein Braten aus diesem Fleisch von der vorzüglichsten Schmackhaftigkeit ist.

Nach dem Rindfleisch nimmt in Betreff der Grösse seines Verbrauchs das Schweinefleisch den wichtigsten Platz unter den Fleischsorten ein, trotzdem mit seinem Genuss mancherlei Gefahren verbunden sind. Die Ursache liegt wohl darin, dass sich das Schwein gegenüber anderen Hausthieren sehr leicht und billig mästen lässt und ein Fleisch liefert, das bei seinem höheren Fettgehalt als Schinken, Speck sehr gut aufbewahrt werden kann. Auch gibt unter den häuslichen Schlachtthieren das Schwein das grösste Schlachtgewicht und die geringsten Schlachtabfälle.

Das Schaf- (Hammel-) Fleisch hat feinere Muskelfasern und ein loseres Gewebe als Rindfleisch; es gilt im Allgemeinen als leicht verdaulich. Nicht von Vortheil ist beim Hammelfleisch, dass es bei grösserem Fettgehalt einen eigenthümlich talgartigen Geschmack annimmt.

Das Fleisch vom Geflügel ist feinfaserig, in dichtem Gewebe gelagert und gibt gekocht oder gebraten eine nahrhafte, wohlschmeckende und leicht verdauliche Speise.

Das Fleisch der Fische ist für viele Nationen das wichtigste Nahrungsmittel. Doch sind nicht alle Fische geniessbar. Der Genuss mancher Fische, namentlich einzelner Seefische, bringt Giftwirkungen hervor, auch wenn das Fleisch im frischen Zustande gekocht und verzehrt wurde. Einzelne Fische (Clupea Thrissa, Sparus pagrus etc.) scheinen zu allen Zeiten giftig zu sein, andere nur zur Laichzeit oder bis sie eine bestimmte Grösse erreicht haben (Letrinus escubentus, wenn er mehr als 13 Centimeter lang wird); bei gewissen Fischen sind nur bestimmte Körpertheile (z. B. Leber bei Perca venenosa, Cottus gruniens, Scomberoideus scombrus) oder der Rogen (bei Cyprinus Barbus, Cyprinus brana) giftig.

Ueber die Natur des giftigen Principes dieses Fleisches ist nichts bekannt. Die auf das Gift gewisser Fische und Weichthiere bezogenen üblen Wirkungen verdanken gewiss manchmal ihr Entstehen der chemischen Veränderung des Thieres nach dem Tode oder dem Umstande, dass das Thier eine für den Menschen schädliche Substanz genossen hat.

Das Fleisch vieler Fische ist sehr fettreich (Aale, Weller, Schleie), es ist im Vergleich zum Fleisch der Warmblütler wasserreicher und demnach verhältnissmässig eiweiss- und nährstoffärmer. Das Eiweiss der Fische soll bei etwas niedrigerer Temperatur gerinnen, als das Eiweiss der Warmblütler. Die Muskelfasern des Fisches sind sehr zart, Fischfleisch demnach im Allgemeinen gut verdaulich. Die Raubfische haben wohlschmeckenderes Fleisch als Schlammfische.

Krebsfleisch. Der Flusskrebs hat zartes, wohlschmeckendes Fleisch. Der Genuss desselben erzeugt bei manchen Individuen Nesselsucht. Hummerfleisch ist weit schwerer verdaulich. Die meisten Gastricismen in den Seestädten sollen durch den häufigen Genuss des beliebten Hummers entstehen.

Alter und Geschlecht der Schlachtthiere.

Das Fleisch junger Thiere enthält verhältnissmässig viel leimgebendes Gewebe und Wasser, es ist deshalb minder nahrhaft und wahrscheinlich schwerer verdaulich. Andererseits ist das Fleisch sehr alter Thiere hart und zähe und besitzt wegen seines grossen Antheils an Sehnen, Flechsen u. s. w. weniger Nährwerth.

Kälber, die nicht 20 Kilo wiegen oder nicht 4 Wochen alt sind, sollten nicht auf den Markt gebracht werden, das beste Kalbfleisch stammt von Kälbern, die ungefähr 6 Wochen alt sind.

Zum Genusse gelangende Ferkel sollten mindestens 2 Wochen, Ziegen und Lämmer mindestens 5 Wochen alt sein. Das Fleisch von Lämmern, die jünger geschlachtet wurden, als mit 5 Wochen, hat wiederholt Diarhöen verursacht.

Das Fleisch vieler männlicher Thiere, namentlich wild lebender, wird zur Zeit der Brunst ungeniessbar, da es stark von

dem eigenthümlichen Thiergeruch durchdrungen ist, der selbst bei der Zubereitung sich nicht vollständig entfernen lässt.

Jung verschnittene, völlig ausgewachsene, gut gemästete Ochsen geben ein Fleisch von zarter Faser. Aber auch Kühe, welche nicht älter als 5 Jahre sind, geben nach richtiger Mästung ein zartes Fleisch.

Als Unterschied in Betreff des Ochsen- und Kuhfleisches werden angegeben: Das Ochsenfleisch ist dunkelrosenroth, derb, von einem angenehmen Fleischgeruch. Das Kuhfleisch ist intensiv roth, weicher als das Ochsenfleisch und hat einen Geruch nach Kuhmist oder Milch. Das Fleisch von Stieren ist beinahe kupferroth, von stechendem Geruch, härter und trockener anzufühlen als das Ochsenfleisch.

Das Fleisch der Hähne gilt allgemein für minder gut, als das der Hennen.

Manche Thiere haben an verschiedenen Körperstellen ein auffällig verschiedenes Fleisch (Truthühner). Auch beim Ochsen und zwar namentlich beim Mastochsen ist die Qualität des von verschiedenen Körperstellen stammenden Fleisches so verschieden, dass es recht und billig ist, wenn das Ochsenfleisch nach Qualitäten zu verschiedenen Preisen verkauft wird.

Der Fleischwerth der verschiedenen Theile des Ochsen wurde von Siegert untersucht und wird aus folgender Tabelle ersichtlich.

In 100 Theilen fanden sich:

	beim mageren Ochsen			beim fetten Ochsen		
	im Halsstück	in der Lende	im Schupp	im Halsstück	in der Lende	im Schupp
1. Wasser	77·5	77·4	76·5	73·5	63·4	50·5
2. Fett	0·9	1·1	1·3	5·8	16·7	34·0
3. Asche	1·2	1·2	1·2	1·2	1·1	1·0
4. Muskelsubstanz . .	20·4	20·3	21·0	19·5	18·8	14·5
an Nahrungssubstanz	22·5	22·6	23·5	26·5	36·6	49·5

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass das Fleisch eines Mastochsen nicht nur weniger Wasser und mehr Fett und Eiweiss enthält, sondern dass weiter die Differenz der einzelnen Fleischpartien desselben Mastochsen bedeutend variirt, so dass ein Gewichtstheil Fleisch von einem gemästeten Thiere nahezu den doppelten Nährwerth hat wie der gleiche Gewichtstheil Fleisch eines ungemästeten Thieres. Ferner kommt noch in Betracht, dass Fleisch von ungemästeten Thieren beim Zubereiten stark zusammenschrumpft, trocken und fest wird, dagegen Mastfleisch saftig, mürbe und wohlschmeckend bleibt.

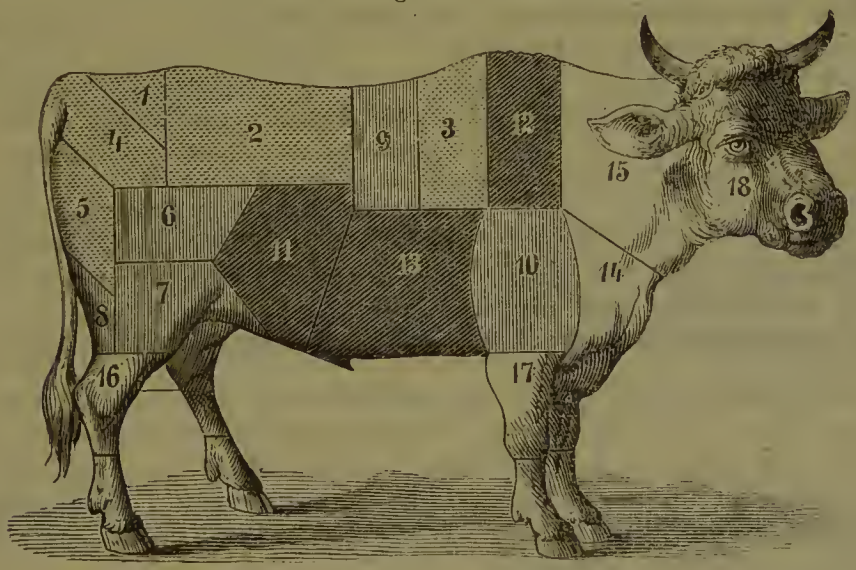
Der Fleischmarkt zu London zerlegt den Mastochsen in nicht weniger als 18 Nummern und stellt dieselben in 4 Classen zusammen, wie Fig. 109 in Schattirungen zeigt. Einfacher ist der Fleischmarkt in Paris. Dieser theilt das Ochsenfleich nur in 3 Classen.

Ernährungszustand der Schlachtthiere.

Der Wohlgeschmaek des Fleisches hängt in auffälliger Weise von der Art ab, wie das Schlachtthier gefüttert wurde. Es ist erwiesen, dass vielerlei Bestandtheile, welche das Thier mit seiner Nahrung aufnimmt, in das Fleisch selbst übergehen und dessen Geschmaek bedingen.

Das beste und sehmackhafteste Fleiseh liefern in der Regel Rinder, die ausschliesslieh mit Cerealien und Heu gefüttert werden. Selbst die Weide hat einen wesentliehen Einfluss; Thiere, die in gebirgigen Gegenden ein süsses Heu verzehren, haben ein bedeutend schmackhafteres Fleiseh als solche, die in sumpfigen Gegenden saures Heu bekommen. Das sehleehteste Fleiseh liefern Rinder, die mit Schlempe und Runkelrübenpresslingen gefüttert wurden. Dureh Ver-

Fig. 109.



fütterung der Oelkuchen erhalten Fleisch und Fett einen ranzigen Beigesehmaek*).

Das Fleiseh des Birk- und Auerhuhns schmeckt deutlich aromatiseh, würzig, naeh Fichtennadeln.

Ganz besonders hängt der Geschmaek des Sehweinefleisches ausserordentlich von der Fütterungsweise ab. Das Fleisch von Schweinen, die mit gesunden Kartoffeln, Trebern, Molke und Milehabfällen genährt wurden, liefern ein vorzügliches, saftiges, wohlschmeckendes Fleisch. Dagegen ist das Fleisch solcher Schweine, die bei ihrer Nahrung auf stinkende Grieben, Puppenhüllen von Seidenwürmern, von der Fäule befallene Kartoffeln oder auf sonst verdorbenes Futter angewiesen waren, geradezu widerwärtig und ekelerregend. Werden Sehweine vorwiegend bei Buehen- und Eiehelnahrung aufgezogen, so sehmeckt ihr Fleisch thranig.

Bekanntlich werden in vielen Gegenden Truthühner einige Zeit vor ihrer Sehlaehtung mit Wallnüssen gefüttert; das Fleiseh soleher

*) Baranski l. c. 16.

Thiere bietet einen ganz besonderen Genuss; das Aroma der Wallnüsse ist in dem Fleisch solcher Truthühner noch herauszufinden.

Kälber, welche nur mit Milch genährt wurden, haben schön weisses Fleisch; Kälber dagegen, welche Heu und Grünfutter bekommen haben, liefern geringeres, etwas in's Röthliche stechendes Fleisch.

Mit fortschreitender Mästung ändert sich das Gewichtsverhältniss des Skeletes zu den Weichtheilen zu Gunsten der letzteren. Auch nimmt der Wassergehalt ab und der Fettgehalt zu. Lawes und Gilbert berechnen für magere und halbfette Thiere 12·7% Eiweiss, 27·0% Fett, 0·90% Salz, 59.4% Wasser, für recht fette Thiere 12·5% Eiweiss, 36·7% Fett, 0·60% Salz, 51·2% Wasser.

Der Gesundheitszustand der Schlachtthiere.

Der Gesundheitszustand der Schlachtthiere ist von grosser Wichtigkeit nicht nur bezüglich des Nährwerthes des Fleisches, sondern auch besonders wegen der Verbreitungsgefahr oft schwerer Krankheiten auf Thiere und Menschen.

Der Verkauf des Fleisches umgestandener Thiere ist gesetzlich zu verbieten. Zwar bietet nicht jedes umgestandene Thier ein schädliches Fleisch, aber die Unschädlichkeit eines solchen Fleisches lässt sich nie sicher im Voraus bestimmen und ausserdem ist der Widerwille des civilisirten Menschen zum Verzehren des Aases so gross, dass sich solches Fleisch als Marktwaare nicht eignet.

Die Erkenntniss eines am natürlichen Tode umgestandenen Thieres bietet keine Schwierigkeiten, wenn es sich um solche Thiere handelt, bei denen das Schlachten mit Ausblutung geschieht. Man findet eben bei umgestandenen Thieren alle Organe, namentlich die grossen Gefässe und die Leber strotzend von Blut, bei geschlachteten ist aber das Fleisch blutfrei.

Inwieweit der Genuss solcher Thiere, die wegen Krankheit geschlachtet worden sind, für den Menschen schädlich ist, ist noch lange nicht hinlänglich geklärt.

Als ungeniessbar ist nach Gerlach*) das Fleisch aller Thiere zu betrachten, welche an einer inneren Krankheit gestorben oder während des Absterbens in Agonie getödtet worden sind, einerlei, ob beim Schlachten des Thieres noch Abbluten eintritt oder nicht, ferner das Fleisch von gesunden Thieren, die in Folge übergrosser Anstrengung und Erschöpfung zu Grunde gingen.

Als gesundheitsschädlich ist das Fleisch von Thieren mit schweren Infectionskrankheiten zu betrachten. Hiezu gehören alle Krankheiten, welche eine Zersetzung des Blutes bedingen, nämlich Typhus, typhoide Krankheiten, ferner pyämische Processe (Eiterungen, putride Entzündungen, krebsartige Zerstörungen, Faulfieber).

*) Gerlach, Die Fleischkost des Menschen vom sanitären und marktpolizeilichen Standpunkte, Berlin 1875.

Thiere, die an Milzbrand, Rotz oder Wuth erkrankt sind, sollen gar nicht zur Schlachtung gelangen, sondern sofort verlocht werden. Selbst die Verwendung einzelner Theile zu technischen Zwecken ist nicht zu gestatten. Der Genuss des Fleisches milzbrandiger Thiere hat wiederholt typhöse Krankheiten verursacht. Freilich sind auch Fälle genug bekannt, bei welchen der Genuss milzbrandigen Fleisches ohne Gesundheitsfolgen blieb. Bedenkt man aber, dass das Fleisch durch blosse Berührung bei vorhandenen Abschürfungen an der Haut oder den Schleimhäuten, überhaupt bei Wunden ansteckend wirken kann, so erscheint das Verbot des Verkaufes solchen Fleisches vollauf gerechtfertigt. Nur denke man nicht, dass ein solches Verbot einen durchgreifenden Erfolg haben werde. Der Milzbrand befällt alle unsere Hausthiere und auch das Wild, und die Krankheit wird gewiss in einer grossen Zahl der Fälle weder im Leben noch an den Leichen der Thiere als solche erkannt, und wird das Fleisch bona fide zum Consum gereicht.

Aehnliches gilt auch von rotzkranken Thieren. Der Rotz der Pferde ist durch Verfütterung rotzkranken Fleisches an andere Thiere nach mehreren Beobachtungen übertragbar.

Fleisch von wuthkranken Thieren bietet die Möglichkeit einer Ansteckung beim Schlachten des Thieres durch Verwundung.

Die bei den Wiederkäuern und Schweinen so häufig auftretende Maul- und Klauenseuche inficirt namentlich die Milch, wodurch Kinder schon öfter erkrankten; eine Schädlichkeit der Milch lässt aber auch Schädlichkeit des Fleisches annehmen, weshalb auch solches Fleisch zu verwerfen ist.

Das Fleisch pockenkranker Schafe und Schweine ist unbedingt zu verwerfen, da die Pocken der Schafe und Schweine mit den Menschenpocken identisch zu sein scheinen und pyämische Infection hervorrufen. Bei Kühen verläuft die Pockenkrankheit günstig und gibt niemals Veranlassung zum Schlachten der Thiere, weshalb kuhpockenkrankes Fleisch nicht in Betracht kommt.

Die Anschauungen über die Gefährlichkeit des Genusses von Fleisch perlsüchtiger (tuberculöser) Thiere gehen gegenwärtig noch weit auseinander. Immerhin muss die Möglichkeit im Auge behalten werden, dass die Tuberculose der Thiere auf Menschen übertragen werden könne. Wenn auch der Tuberkelvirus durch Siedehitze zerstört wird, so ist doch zu bedenken, dass beim Kochen grosser Fleischstücke das Innere nicht immer hinlänglich hoch genug erhitzt wird und demnach seine Schädlichkeit beibehalten kann. Nach Gerlach ist das Fleisch perlsüchtiger Thiere vom Genusse auszuschliessen, wenn sich nur eines der folgenden Merkmale constatiren lässt, nämlich:

a) Wenn die Lymphdrüsen im Bereiche der tuberculös erkrankten Organe ebenfalls tuberculös und so der Ausgang einer immer weiteren Infection geworden sind;

b) wenn schon käsige Zersetzung stattgefunden hat;

c) wenn schon eine weite Verbreitung der Tuberculose im Körper stattgefunden hat;

d) wenn bereits Abzehrung eingetreten ist.

Das Fleisch von Thieren, die wegen Erkrankung an Rothlauf, Lungenseuche, Rinderpest, an reinen Krankheiten des Gehirns und Rückenmarkes, an Localleiden, die keinen Infectionsherd geschaffen haben, geschlachtet werden, kann erfahrungsgemäss ohne Nachtheil genossen werden, wenn in diesen Fällen die Krankheit keinen so hohen Grad erreicht hat, dass Säfteverderbniss, Pyämie, hochgradige Abmagerung u. s. w. entstand. Doch sollte von Seite der Marktpolizei scharf darauf gesehen werden, dass die Käufer über die Herkunft des Fleisches nicht im Unklaren bleiben. Fleischbänke, welche derartiges Fleisch verkaufen, sollten verhalten werden, dem kaufenden Publicum die Mängel kundzugeben.

Das Fleisch vergifteter Thiere ist ebenfalls als gesundheitsschädlich zu betrachten.

Manche Thiere vertragen von Giftstoffen, die beim Menschen sehr heftig wirken, unverhältnissmässig grosse Quantitäten, so dass die Befürchtung begründet ist, dass Menschen in Folge des Genusses des jene Gifte enthaltenden Fleisches erkranken können, obgleich die betreffenden Thiere keine Vergiftungserscheinungen zeigten.

Von hygienischem Interesse ist diesbezüglich eine Fangmethode der Fische. Zuweilen werden Fische durch narkotische Substanzen insbesondere durch Einwerfen der Kockelskörner oder der Wurzel von Cyclamen europeum in's Wasser betäubt, kommen auf die Oberfläche und können dann mit der Hand gefangen werden. Auf diese Weise kann Pikrotoxin in's Fischfleisch kommen. Solche Fangmethoden sind gesetzlich zu verbieten.

Entozoen im Fleisch.

Die Fleischnahrung wird für den Menschen sehr häufig schädlich durch verschiedene parasitische Entozoen. Es ist aber nicht anzunehmen, dass alle Entozoen nur durch die Fleischnahrung in unseren Körper gelangen; gewiss können manche Entozoen auch noch auf anderem Wege in uns gerathen. Die kleinen Schnecken, welche in frischen Vegetabilien (Salat, Obst) sitzen und die wir häufig, ohne es zu ahnen, verschlucken, enthalten mancherlei Trematoden. Gewisse Entozoen können uns durch Fleischnahrung aus anderen Thieren, als aus welchen sie stammen, zukommen. Der Hackklotz eines Fleischers, an dem eine Schweinefinne haftet, kann uns diese mit Hammelfleisch etc. zuschicken. Je inniger der Verkehr des Menschen mit Entozoen beherbergenden Thieren sich gestaltet, desto häufiger sind Infectionen und Krankheiten durch Entozoen. Die mit ihren Hunden im engsten Verkehr stehenden Lappländer werden in erschreckender Zahl von Echinococcos befallen, der von der Taenia Echinococci ihrer Hunde stammt. Ein Sechstel der Bevölkerung Islands geht durch Bandwurm zu Grunde.

Die Zahl der den Menschen bewohnenden parasitischen Entozoen ist derzeit noch nicht abgeschlossen. Nebst der Trichina spiralis sind einige Band- und Blasenwürmer von besonderer Wichtigkeit, und zwar: Der gemeine Bandwurm (Taenia solium) und die dazu gehörige Finne (Schweinefinne), dann der gestreifte Bandwurm (Taenia mediocannelata) und die dazu gehörige Finne (Rinderfinne) und endlich der breite Bandwurm (Botriocephalus latus). Der letztgenannte Parasit hat keine allgemeine Verbreitung und tritt in einigen Gegenden der Westschweiz, Frankreichs, Russlands und Skandinaviens auf.

a) Die Finne.

Im Jahre 1852 constatirte Küchenmeister, dass die sogenannte Schweinefinne der jugendliche Zustand jenes Thieres ist, das man als einen Parasit des menschlichen Körpers, als Bandwurm, schon lange kannte. Küchenmeister liess einen zum Tode verurtheilten Verbrecher eine grössere Zahl von Finnen mit dem Essen einnehmen. Nach der Hinrichtung fand man im Magen die Finnen in Bandwürmer verwandelt.

Gelangt also die Finne lebend in den menschlichen Magen, so entwickelt sie sich zum Bandwurm, indem der Kopf sich an der Wandung der Verdauungsorgane anhängt und festsetzt, die Blase aber abfällt und dafür sich bandförmige Glieder, Proglottiden genannt, entwickeln, deren Zahl viele Hunderte erreicht. Diese Glieder erreichen einen gewissen Grad der Reife und trennen sich, mit Eiern gefüllt, von selbst ab, um mit dem Darminhalte zugleich nach Aussen entleert zu werden.

Jeder bandwurmkranke Mensch setzt demnach von Zeit zu Zeit abgelöste, reife, d. h. mit befruchteten Eiern versehene Bandwurmglieder beim Kothen ab. Die Glieder entleeren ihre Eier durch eine besondere an dem Seitenrande liegende Mündung.

Das Schwein, das auch den Menschenkoth nicht verschmäht, führt auf diese Art die befruchteten Eier in seinen Speisecanal ein, woselbst sie zur Entwicklung gelangen. Die aus den Eiern hervorgehenden Thierchen breiten sich im Körper des Schweines aus, indem sie die Wandungen des Speisecanals durchbohren, nach allen Gegenden des Körpers wandern, um sich an irgend einer Stelle festzusetzen und als Finne (Cysticereus) auszubilden. Der Lieblingssitz der Finne sind solche Stellen, wo das Bindegewebe die Skeletmuskeln umhüllt oder trennt. Aber auch im Herzen, in der Zunge, den Augenhöhlen, den Lungen und Eingeweiden hat man sie gefunden. Die Zahl der Finnen im Körper des Schweines variiren sehr. Oft findet man nur einige wenige, oft aber so viele Tausende, dass das Muskelgewebe davon ganz durchsetzt erscheint (Fig. 110).

Man nimmt an, dass die Umwandlung des Bandwurmes zu einer ausgewachsenen Finne 2—3 Monate dauert und dass die Finne im Schwein nach 3—6jähriger Existenz abstirbt.

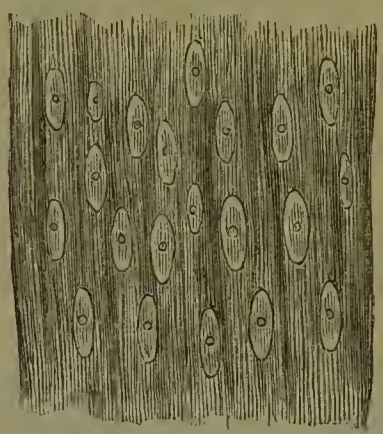
Die im Körper des Schweines sich entwickelnden Finnen wirken reizend auf die Formelemente der Gewebe, von welchen sie umgeben

sind, wodurch es zur Zellen- und Kapselbildung kommt. — Die im Bindegewebe sitzenden Finnen sind deshalb durchgehends mit bindegewebigen Kapseln versehen. Nebstdem gibt es solitäre Finnen, z. B. in den Flüssigkeiten der Hirnhöhlen des Auges u. s. w.

Die Finnen kommen nicht ausschliesslich beim Schweine, sondern bei manchen andern Thieren: Affen, Bären, Hunden, Ratten, und auch beim Menschen vor.

Zur Entstehung dieser Parasiten beim Menschen kommt es dann, wenn die Proglottiden bei mit Bandwürmern Behafteten statt nach Aussen, in den Darm abgesetzt und darin entwickelt werden. Die Menschenfinne hat dieselbe Beschaffenheit wie die Schweinefinne und auch die Mengen der Finnen im menschlichen Körper wechseln sehr; man hat Menschenleichen untersucht, die Tausende von Finnen enthielten. Die Folgen der Finneninfection beim Menschen sind in jedem Falle andere; es hängt besonders von dem Sitze, den die Finnen einnehmen, ab, ob schwere oder leichtere Erkrankungen erfolgen. Am bedenklichsten sind die Fälle, wenn sich die Finnen in lebenswichtige Organe einlagern.

Fig. 110.



Dagegen erkranken die Schweine unter der Anwesenheit der Finne nur selten; in der Regel nehmen finnige Schweine an Körpergewicht und Kraft zu und zeigen überhaupt das Aussehen gesunder Thiere.

Die Finne gleicht einer erbsen- bis kirschkerngrossen Blase. Fig. 111 stellt eine freie Finne, etwas vergrössert dar. Die meisten Finnen sind in Kapseln eingeschlossen. Sie besitzen als äussere Hülle eine dünne, zarte Membran, mit wasserheller Flüssigkeit erfüllt. Nimmt man die Finnen aus den Kapseln heraus, so bemerkt man mehr oder weniger deutlich eine geringfügige Einziehung und mit dieser im Zusammenhange im Innern einen harten gelblichen oder weisslichen Körper, der durch die Blasenwand hindurchscheint. Beim Aufschneiden der Blase zeigt sich dieser Körper als ein keulen- oder birnförmiger Sack, in welchem der handschuhfingerartig umgestülpte Bandwurmkopf eingeschlossen ist. Derselbe gleicht vollständig dem Kopfe des ausgebildeten Bandwurmes; er besitzt vier Saugnäpfe und einen doppelten Hakenkranz von je 16 Häkchen, deren Spitzen sämmtlich in einer Kreislinie liegen. Die Häkchen des äusseren Kreises sind kürzer als die des inneren und haben einen bedeutend kürzeren, hebelartigen Fortsatz (Fig. 111 und 112). An den Kopf schliesst sich ein Hals und ein kurzer Bandwurmkörper an. Diese beiden Organe sind länger als der sie einhüllende Sack und erscheinen quer gerunzelt.

Fig. 111.

Die Rindsfinne und ihr Bandwurm haben keinen Hakenkranz, dagegen treten die vier Saugnäpfe stark hervor. Die Rindsfinne

entwickelt sich im menschlichen Darm zum gestreiften Bandwurm. In welcher Weise das Rind zu den Finnen gelangt, darüber liegt noch wenig vor. Sicher aber ist, dass durch Einführung der Eier der Taenia mediocannelata in den Magen des Rindes das Thier finnig wird.

b) Die Trichine.

Unter allen durch die Fleischnahrung in den Menschen gelangenden Entozoen hat die Trichine die grösste Bedeutung.

Seitdem man die Trichinenkrankheit ihrem Wesen nach kennt, und sicher zu diagnosticiren vermag, lässt sich die Grösse des Unheils ermessen, welches trichinöses Fleisch wiederholt hervorgerufen hat. Im Jahre 1865 wurden in Hadersleben durch ein einziges Schwein 337 Erkrankungen mit 101 Todesfällen und 1874 in Linden 497 Erkrankungen mit 65 Todesfällen verursacht*).

Fig. 112.

Trichina spiralis ist ein lebendig gebärender Rundwurm. Lebenslauf und Entwicklung der Trichine im lebendigen Thierkörper sind folgender Art: Die mit dem Fleische (des Schweines) genossenen Muskeltrichinen verbleiben im Darmcanal und bilden sich daselbst in wenigen Tagen zu geschlechtsreifen Trichinen, Darmtrichinen, aus, es findet die Begattung zwischen männlichen und weiblichen Trichinen statt, in kurzer Zeit, 5—6 Tagen, gebären die Weibchen lebendige Junge, welche in die Muskeln überwandern.

Da ein jedes Trichinenweibchen während seines Aufenthaltes im Darmcanal nach mässigem Anschlag weit mehr als 1000 Embryonen hervorbringt, so steigert sich in kurzer Zeit die Zahl der im Organismus wandernden Embryonen zu einer wahrhaft enormen, und in gleichem Schritt wächst auch die Intensität der Krankheitserscheinungen des Wohnthieres, da Millionen kleiner Würmchen reizend und zerstörend auf Darm- und Muskelgewebe einwirken und die grosse Zahl der verschwindend kleinen differentialen Eingriffe zu einem bedeutenden Gesammteffecte wächst. Die wandernden Embryonen (Fig. 113 c) sind schmale, kaum den zehnten Theil eines Millimeters lange Stäbchen, welche schon Mund- und Darmanlage besitzen und zu lebhaften Krümmungen ihres Körpers befähigt, unter dem Einflusse dieser Bewegungen sich zwischen den Geweben fortschieben. Vornehmlich wandern sie in den das Fleisch durchsetzenden Bindegewebszügen weiter, bohren dann die zarte Hülle, das sogenannte Sarkolemma der Muskulatur an und treten durch

*) Sander l. c. 427.

die enge Oeffnung in den quergestreiften Inhalt derselben, wachsen, rollen und kapseln sich ein. Die Wanderung der Embryonen in den Muskeln ist eine unausgesetzte, bis ein Hinderniss entgegensteht. Ein solches Hinderniss bilden die sehnigen Ansätze der Muskeln. Hier kommen die wandernden Trichinen meist zur Ruhe und lagern

Fig. 113.

sich in der erwähnten Weise zur Einkapselung. Um die sehnigen Ansätze herum findet man daher die meisten Trichinen.

Kommt die verkapselte Trichine durch Zufall in den Verdauungscanal eines anderen Thieres oder des Menschen, so wird die Kapsel durch die Magensäure gelöst und die Muskeltrichine (Fig. 113 *d*) entwickelt sich wieder zur Darmtrichine (Fig. 113 *a* und *b*).

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Trichine findet man an dem kaum millimeterlangen Faden ein dünnes Vorderende,

an dessen Spitze die Mundöffnung liegt. Dieselbe führt in eine einzige Speiseröhre, welcher ein langer Abschnitt des Darmes, aus einer einzigen Reihe sehr grosser Zellen gebildet, der Zellenkörper, folgt. An der einen Seite dieses Organes läuft die Verlängerung der Speiseröhre als sehr langer, enger Canal weit herab, um schliess-

Fig. 114.

lich unterhalb des Zellenkörpers in den erweiterten, bis zum hinteren Leibesende reichenden Magendarm überzugehen. Unter der zarten, feingeringelten Haut mit ihrem Muskelschlauch verläuft jederseits der für die Nematoden so charakteristische, drüsige Seitenstrang, in gewissem Sinne die Niere des Thieres. Mit der zunehmenden Dicke des Wurmes nehmen die Darmzellen an Grösse zu und liegen dicht an der Wandung des Hautschlauches. Der hintere Theil des Körpers enthält ausserdem die Zeugungsapparate. Die Männchen (Fig. 113 *a*)

haben am Hinterende 2 Haken oder Zapfen *f* neben der Oeffnung der Kloake. Bei dem Weibchen *b* erstreckt sich der Geburtsweg bis innerhalb des ersten Drittels der Körperlänge und hat hier, also am Vordertheile des Körpers, seitlich seinen Ausgang.

Die Kapsel der Muskeltrichine hat eine ovale Form. In ihrem weiteren Theile liegt die Trichine spiralig eingerollt (Fig. 114 *c*). Unter dem Mikroskop erscheint die Kapsel, wenn ihre Verkleidung noch nicht vorgeschritten ist, hell und durchsichtig und man kann darin den Wurm deutlich sehen (Fig. 114 *b*). An jedem Ende des Ovals findet sich ein stumpfer, dunkler Ansatz, so dass die Kapsel einem menschlichen Auge nicht unähnlich ist. Verkreidete Kapseln (Fig. 114 *d*) sind unter dem Mikroskop undurchsichtig. Legt man aber die verkreidete Kapsel in mässig verdünnte Essigsäure, so erfolgt die Lösung der Kalkschale und die Kapsel wird wieder durchsichtig.

Zur Prüfung des Fleisches auf Trichinen schneidet man von den erfahrungsgemäss am meisten inficirten Muskeln, wie Zwerchfell-, Kau-, Kehlkopf- und Zwischenrippenmuskeln, nahe gegen ihre Anheftungspunkte oder Uebergangsstellen in die Sehnen sehr feine, dünne Schichten heraus, breitet selbe aus und hält sie gegen das Licht. Sind Trichinen in grosser Zahl vorhanden, so sieht man kleine, weisse Pünktchen in der Muskelfaser mit freiem Auge (Fig. 114 *a*).

Nun wird die mikroskopische Untersuchung vorgenommen. Bei 50- bis 80facher Vergrösserung sind die Muskeltrichinen am schnellsten aufzufinden. Man schneidet mit der krummen Scheere kleine Muskelstückchen von den oben erwähnten Muskeln heraus, legt eines dieser Stückchen auf ein Objectglas, gibt einen Tropfen Glycerin oder schwache Kochsalzlösung dazu, zerzupft und breitet es mittelst Nadeln gehörig aus, bedeckt es mit einem Glasplättchen und gibt das Präparat auf den Objectträger.

Findet man eine verdächtige Wurmgestalt, so schreitet man zu einer 100- bis 200fachen Vergrösserung, um den inneren Bau des Wurmförmigen zu mustern. Letzterer ist charakteristisch genug, als dass eine Verwechslung mit wurmartig gekrümmten Fleischfasern, Miescher'schen Körperchen (in den Muskeln vorkommende, wahrscheinlich dem Pflanzenreiche angehörende, mit körnigen Masse angefüllte Gebilde) oder Gespinnstfasern möglich wäre.

Der Mensch erwirbt die Trichine fast ausschliesslich durch den Genuss rohen oder nicht gar gekochten Schweinefleisches. Die häufige Trichinose des Schweines wird hauptsächlich dadurch vermittelt, dass die trichinenhaltigen Abgänge der Schweine in Schlächtereien und Abdeckereien anderen Schweinen zur Nahrung gereicht werden, weiter, dass Schweine trichinöse Ratten und Mäuse (eine Lieblingsspeise der Schweine) fressen. Trichinen sind auch bei Katzen, Füchsen, Igeln beobachtet worden.

Zum Schutze gegen Trichinen- und Finnen-Infection empfehlen sich folgende Maassregeln:

a) Belehrung des Publicums. Jeder sollte wissen, dass das sicherste Mittel, sich vor den Folgen der Trichinen- und Finnen-Infection zu bewahren, Vermeidung des Genusses eines rohen oder wenig erhitzten Schweinefleisches ist. Zur Tödtung dieser Entozoen genügt eine Hitze von 60°, weil bei dieser Temperatur das Eiweiss coagulirt. Doch muss diese Temperatur das ganze Fleischstück durchdrungen haben. Das Uebergehen der Blutfarbe des Muskels an allen Stellen in die bekannte Farbe des gar gekochten Fleisches kann hiefür als Anhaltspunkt dienen.

Die Versuche, die im Wiener Thierarznei-Institute gemacht wurden, haben gezeigt, dass die Bratwürste, schnellgebratene Coteletts und das Krenfleisch nicht immer die zum Tödten der Trichinen erforderliche Temperatur erreichen.

Das eingepökelte Fleisch muss einige Wochen in der Lake liegen, wenn alle Trichinen getödtet werden sollen.

Das Räuchern und Trocknen tödtet ebenfalls die Trichinen, aber nur, wenn es lange genug stattfindet; bei der Schnellräucherung erreicht man nicht jene Temperatur, um auch die im Innern der Schinken befindlichen Trichinen zu tödten.

b) Schweine sollten so gehalten werden, dass sie trichinen- und finnenhaltiges Material nicht erhalten können (Stallfütterung).

c) Alle werthlosen, trichinenhaltigen und trichinenverdächtigen Thierleichen (Ratten, Mäuse, Igel) sollten in der Weise vertilgt werden, dass die Infection anderer Thiere vermieden wird.

d) Jeder Fall von Trichinose beim Menschen und beim Schwein soll amtlich angezeigt werden, damit die Quelle aufgesucht und die für den speciellen Fall geeigneten Verhütungsmaassregeln der Weiterverbreitung ergriffen werden.

e) Die Organe der Marktpolizei und auch die Fleischhauer sollen verhalten werden, sich genaue Kenntniss über die Untersuchungsmethoden des Fleisches auf Trichinen und Finnen zu verschaffen, um die auf den Markt gelangenden Fleischsorten mikroskopisch prüfen zu können.

Die Durchführung der letzteren Maassregel verlangt als Vorbedingung eine organisirte Controle des Fleischwaarenhandels und die Errichtung von Schulen, in welchen Marktaufseher, Fleischbeschauer und Fleischverkäufer sich jene Kenntnisse, welche für die Beurtheilung des Fleisches in gesundheitlicher Beziehung nöthig sind, erwerben. Thatsächlich suchen die Bestrebungen der Neuzeit auf dem Gebiete der Fleischschau diese Forderungen zu realisiren.

Zur Verhütung der Trichinenkrankheit hält man die obligatorische Untersuchung des Schweinefleisches für nothwendig. Man sagt, bei der ewigen Unmündigkeit des Volkes in gewissen Dingen nützen blosse Belehrungen über die Zubereitung des Fleisches nichts, da sie vom grösseren Theil der Bevölkerung doch nicht beherzigt werden. Man weist auf die Erfahrungen hin, welche die Nützlichkeit der Trichinenschau erweisen. Nach Gerlach's Zusammenstellung wurden in Deutschland in 11 Jahren über 600

trichinöse Schweine entdeckt; nebenbei sind in Folge der Untersuchung auf Trichinen auch finnige und anderweitig kranke Schweine aufgefunden und unschädlich gemacht worden.

Im Jahre 1877 fanden in Deutschland 12.865 amtlich bestellte Fleischbeschauer 701 trichinöse Schweine, d. i. Ein trichinöses Schwein auf 2800 untersuchte Schweine.

Andererseits werden gegen die Einführung der obligatorischen Trichinenschau mancherlei Einwendungen erhoben*). Man betont, die staatliche Beaufsichtigung der Nahrungsmittel könne sich immer nur auf die zum Verkauf bestimmten, nicht auch auf die innerhalb der Familien gewonnenen und verzehrten beziehen und es sei demnach diese Maassregel eine einseitige. Es liege für die Sanitätsbehörden näher, das Publicum über die Gefahren der Unsitte, rohes oder halbrohes Schweinefleisch zu essen, zu belehren und vor demselben öffentlich zu warnen, als die Schweine auf Trichinen untersuchen zu lassen. Wer solche Belehrungen und Warnungen nicht befolgt, habe die Folgen sich ebenso selbst zuzuschreiben, wie Jemand, der eine Eisfläche betritt, welche polizeilich als unsicher bezeichnet ist. Die obligatorische, mikroskopische Fleichbeschau sei eine Maassregel, deren Kostspieligkeit ausser Verhältniss mit dem beabsichtigten Zweck steht. Trotz alledem gewähre die Trichinenschau keinen vollkommenen Schutz, da bei solchen Untersuchungen das Resultat auch dann negativ ausfallen kann, wenn thatsächlich trichinöses Material vorliegt. Wie leicht bei solchen Untersuchungen Täuschungen möglich sind, beweist unter Anderem die Thatsache, dass, nachdem 1875 in Plauen vier Erkrankungen an Trichinose vorgekommen waren, Personen, welche mit dem Mikroskope vertraut waren, 30 bis 40 Präparate aus dem verdächtigen Schinken untersuchen mussten, bevor sie auf Eine Trichine stiessen.**)

Diesen Einwänden gegenüber lässt sich anführen, dass die Durchführbarkeit der Trichinenschau an vielen Orten thatsächlich erwiesen ist. Namentlich bietet die Trichinenschau dann keine erheblichen Schwierigkeiten, wenn ein öffentliches Schlachthaus mit Schlachthauszwang besteht und auch das Schlachten der Schweine in demselben obligatorisch gemacht wird.

Die Art der Schlachtung.

Nie soll das Schlachtthier längere Zeit vor dem Schlachten hungern; es wirkt das sehr nachtheilig auf das Thier und die Qualität seines Fleisches ein. Ebenso nachtheilig ist Abhetzen, langes Treiben, Misshandeln, qualvolles Fesseln des Thieres. Der lebendige Muskel ist bei Ruhe des Thieres frei von Säuren. Nach Anstrengungen, sowie einige Zeit nach dem Tode enthält er Milchsäure. Je lebhafter die Muskelthätigkeit unmittelbar vor dem Tode war, desto rascher und stärker tritt diese Veränderung ein. Das Fleisch von Thieren, die vor ihrem Tode stark angestrengt oder aufgeregt

*) Wasserfuhr, Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege 1877. 830.
**) Jahresbericht des sächsischen Landesmedicinal-Collegiums für 1875. 570.

wurden, Schmerzen oder harten Todeskampf leiden mussten, ist nicht nur häufig äusserlich zu seinem Nachtheil verändert (solches Fleisch zersetzt sich leicht, zeigt poröse blutige Exsudate, wird beim Kochen faserig), sondern wirkt auch, wie die Erfahrung lehrt, thatsächlich schädlich.

Ein widerspenstiges Reitpferd wurde zu Tode gehetzt. Mit dem Fleische wurden vier Schweine gefüttert, welche davon bald Erbrechen und Durchfall bekamen und zu Grunde gingen.

Die Schlachtung soll in der Art geschehen, dass das Thier rasch getödtet, dabei nicht gemartert oder im Gemüth afficirt wird. Als zweckmässige Schlachtungsmethoden für Grossvieh haben sich bewährt:

a) Der Genickstich, wobei man dem Thiere ein langes schmales Messer durch die Membrana obturans in die Medulla oblongata stösst, wodurch der Tod augenblicklich eintritt.

b) Die Betäubung des Thieres durch einen oder mehrere Schläge auf den Kopf und nachheriges Aufschneiden der Luftröhre und der Carotiden. (Häufig wird auch noch durch Drücken und Treten des frischen Cadavers möglichst viel Blut entfernt.)

c) Die Einführung eines Troikars in die Pleurahöhle und Einblasen von Luft, um das vorher betäubte Thier zu ersticken.

d) Mittelst Bouterollen. Diese Instrumente sind nach Art eines Hammers mit einem langen Stiel construirt. Der Schläger besteht aus Schmiedeeisen, das eine Ende desselben stellt einen runden, etwa 9 Centimeter langen und 1 Centimeter dicken Eisencylinder dar, der hohl und nach Art eines Hohlmeissels scharf geschliffen ist; das andere Ende bildet entweder ein Beil oder einen gekrümmten stumpfen Haken, der zum Anfassen des Thieres zum Zwecke seiner entsprechenden Lagerung für die Schlachtung und zum Aufhängen dient. Mit der Bouterolle und zwar mit dem Ende, wo sich das Hohleisen befindet, wird ein starker Schlag auf die Stirne des Thieres geführt, wodurch das Hohleisen ins Gehirn dringt und das Thier augenblicklich betäubt zusammenstürzt. Schliesslich wird in die durch die Bouterolle gemachte Oeffnung ein Stock in das Gehirn und bis ins verlängerte Mark eingeführt, um den Tod des Thieres sicher zu bewirken.

Das erste Verfahren wird in Italien und Spanien geübt, das zweite ist bei uns gebräuchlich. Bei diesen Schlachtungsmethoden wird das Schlachtthier von einem grossen Theil seines Blutes befreit. Es wird hiedurch das Fleisch besser conservirbar, behält längere Zeit ein gefälliges Aussehen, hat aber wegen des Blutverlustes einen geringeren Nährwerth. Bei dem dritten und vierten in England und auch in Frankreich üblichen Verfahren wird das Fleisch dunkel, leicht faulbar, ist aber sehr wohlschmeckend und nahrhaft, da das eiweisshaltige Blut in den Muskeln verblieben ist.

Nach der Tödtung des Schlachtthieres soll das Fleisch nicht gleich zubereitet werden, sondern es soll durch einige Zeit liegen und auslüften. Das Fleisch von frisch geschlachteten Thieren ist

blass, hat in vielen Fällen den eigenthümlichen Thiergeruch, braucht lange zum Kochen und liefert eine schlechte Suppe, die wenig Extractivstoffe enthält. Das Fleisch selbst ist unschmackhaft, relativ schwerer verdaulich und bei öfterem Genuss stellt sich geradezu ein unüberwindlicher Widerwille gegen alles Fleisch ein (Soldaten im Kriege).

Das Abliegen hat einen doppelten Zweck:

a) Es schwindet der Thiergeruch und die organische Wärme.

b) Das Fleisch geht eine eigenthümliche Zersetzung ein, die man Mortification nennt. Der Zusammenhang der Fasern wird gelockert; es entsteht Milchsäure, welche den Kalk der Fleischfaser auflöst, das Fleisch wird mürber und schmackhaft. Die Zeit, wie lange dieses Auslüften stattfinden muss, hängt ab von der Grösse, dem Fettgehalt des Thieres und von der äusseren Temperatur. Beim Fleische von wildlebenden Thieren, die sehr resistente Muskeln haben, ist ein längeres Abliegen nothwendig, soll das Fleisch nicht hart und zähe und frei vom Thiergeruch sein.

Das wasserreiche Fischfleisch fault dagegen sehr rasch und entwickelt dabei in Kürze widrig riechende Gase. Es sollten deshalb nur lebendige Fische auf den Markt zugelassen und erst kurz vor der Zubereitung getödtet werden.

Zubereitung des Fleisches.

Rohes Fleisch sollte nicht genossen werden. Es ist schwer verdaulich und ermöglicht die Ingestion von Entozoen.

Eine zweckmässige Zubereitung des Fleisches, überhaupt eines jeden Nahrungsmittels, hat folgende Bedingungen zu erfüllen:

1. Der Nährwerth soll nicht vermindert werden.
2. Das Nahrungsmittel soll leichter verdaulich werden.
3. Der Geschmack desselben soll gehoben werden.

Die gewöhnlichen Zubereitungsweisen des Fleisches sind: Kochen, Dünsten, Braten.

Das Kochen. Das Fleisch wird mit Wasser unter Zusatz von Kochsalz und gewissen, den Geschmack der Suppe verbessernden Suppenkräutern gekocht. Durch gewöhnliches Kochen verliert das Fleisch etwa 25—30% seines Gewichtes, davon etwa 3—5% seines Gewichtes an festen Bestandtheilen und zwar einen Theil des löslichen Eiweisses (das später bei höherer Temperatur gerinnt und gewöhnlich abgeschäumt und beseitigt wird) etwas gelösten Leim, geschmolzenes Fett und gelöste Extractivstoffe: Kreatin, Kreatinin, Inosin u. s. w., und lösliche Salze. Von den Fleischsalzen lassen sich etwa $^4/_5$ durch Kochen ausziehen und es machen die Salze von allen in der Fleischbrühe enthaltenen Stoffen mehr als ein Viertel aus. Das zurückbleibende Fleisch enthält die überwiegende Menge der Eiweisskörper und der unlöslichen Salze. Nur Brühe (Suppe), und Rückstand (das gekochte Fleisch) zusammen repräsentiren demnach den gesammten Werth des Fleisches. Sieht man bei der Fleischbrühe von ihrem Gehalt an Nährsalzen ab, dann enthält

auch die kräftigste Fleischbrühe nur äusserst geringe Mengen von eigentlichen Nährstoffen. Das Wesentlichste der Suppe liegt in den Extractivstoffen, welche die Thätigkeit des Verdauungsapparates, namentlich die Absonderung des Magensaftes in hohem Grade anregen. Dasselbe gilt von dem Liebig'schen Fleischextract, das eine concentrirte eiweissfreie und leimfreie Fleischbrühe darstellt.

Die Qualität des gekochten Fleisches und der daraus bereiteten Suppe hängt ab von dem Verfahren, das man beim Kochen eingeschlagen hat. Werden grosse Fleischstücke auf einmal gekocht, so bildet sich an der Oberfläche des Fleisches eine aus geronnenem Eiweiss bestehende Schichte, die das Austreten von Extractivstoffen und Salzen verhindert. Die Suppe ist dann schlecht, dafür aber das Fleisch gut. Dasselbe wird bewirkt, wenn man das Fleisch gleich in heisses Wasser gibt. Bringt man dagegen das Fleisch in kleinen Stücken in kaltes Wasser und bringt letzteres allmählig zum Kochen, so geht alles Lösliche in dieses über und man bekommt eine sehr gute Suppe, aber geringeres Fleisch.

Um Brennmaterial zu ersparen, die Zeit des Kochens abzukürzen und den mit dem gewöhnlichen Kochen verbundenen Eiweissverlust zu verhüten, wurde vorgeschlagen bei Dampfdruck das Kochen vorzunehmen (Papin'scher Topf). Der Norwege Sörensen hat einen Kochtopf construirt, der aus einem inneren Cylinder von Eisenblech mit Metalldeckel und einem äusseren Holzkasten, welcher mit schlechten Wärmeleitern ausgelegt ist, besteht und nicht nur eine erhebliche Sparung an Brennmaterial, sondern auch eine vortreffliche Zubereitung von Fleisch und Gemüse ermöglicht, ohne dass eine besondere Aufsicht hiezu nöthig wäre. Warren in England hat einen Kochtopf angegeben, in dem man ohne Wasser kochen kann.

Eine für militärische Zwecke bestimmte Modification des Papin'schen Topfes ist der Beuerle'sche Dampfkochtopf. In diesem Topf kann Rindfleisch in 90 Minuten, Schweinfleisch in 55, Erbsen in 40, Reis in 22, Kartoffeln in 20 Minuten gar gekocht werden. Durch Umhüllen des Apparates mit Decken und Stroh können die Speisen darin 24 Stunden in einer zum Genusse geeigneten Temperatur erhalten werden.

Das Braten und Rösten. Durch das Braten oder Rösten sucht man alle Nährstoffe des Fleisches zu erhalten und entwickelt durch die namentlich auf die Oberfläche des Fleischstückes einwirkende Hitze eigenthümliche, zum Theil flüchtige, zum Theil Geschmack verleihende Substanzen. Zu diesem Zwecke setzt man das zu bratende Stück anfangs einer hohen Temperatur aus, wodurch das Eiweiss der oberflächlichen Schichten gerinnt und das Fett schmilzt; es entsteht hiebei eine mehr oder weniger undurchdringliche Hülle um das Stück, welche dazu beiträgt, dasselbe wohlschmeckend und saftig zu erhalten, besonders, wenn man den Braten von Zeit zu Zeit mit dem geschmolzenen Fett übergiesst. Beim Braten verliert das Rindfleisch circa 19%, das Hammelfleisch 24% an Gewicht.

Der Verlust besteht vorzugsweise aus Wasser, doch gehen auch geringe Mengen von Salzen, Extractivstoffen und Leim in die Bratenbrühe über und einzelne beim Braten erst entstandene Röstproducte verflüchtigen sich.

Das Dünsten des Fleisches ist ein Erhitzen desselben in den Dämpfen des eigenen Wassers. Das Fleisch erleidet dabei einen Gewichtsverlust von circa 20% an Wasser.

Es erübrigt noch, auf eine sehr häufige und allgemein beliebte Zubereitungsart des Fleisches aufmerksam zu machen, welche unter Umständen gesundheitliche Folgen hat. Es ist das die Verarbeitung des Fleisches zu Wurstwaaren, Pasteten, italienischem Käse und anderen complicirten Fleischwaaren. Gegen die Zubereitung dieser Speisen im Haushalte wird man vom gesundheitlichen Standpunkte nichts einwenden können, da hier durch die Wahl eines guten Fleischmaterials, durch Beachtung der grössten Reinlichkeit bei der Speisenbereitung, durch vollständiges Garkochen allen etwaigen Gesundheitsgefahren vorgebeugt werden kann. Die käuflichen Würste hingegen werden zuweilen nicht nur für das consumirende Publicum, sondern auch für den Wurstarbeiter gefährlich. Letztere müssen die noch rohe Füllmasse wiederholt kosten, sie müssen das Füllsel zum Theil mit den Händen durcharbeiten und können sich dadurch mit Trichinen, Finnen, Milzbrandgift leicht inficiren. Die Ursachen, warum Wurstwaaren mitunter das consumirende Publicum beschädigen, sind gewiss sehr verschieden. Ein eigentliches Wurstgift gibt es nicht, wenigstens ist ein solches noch niemals nachgewiesen worden. Oft mögen Metalle, die aus den Geschirren und Wurstbereitungsmitteln in die Wurstmasse gelangt sind, oft Fettsäuren, die durch Zersetzung des Fleisches entstanden sind, die Vergiftung veranlassen. Manchmal liegt der Grund in der vorgeschrittenen Fäulniss einzelner zur Wurstfabrication genommener Fleischstückchen, oder darin, dass einzelne Partien nicht vollständig gekocht wurden, sondern roh geblieben sind und darum noch inficirbare Entozoen und Krankheitskeime enthalten. Weiter kommen auch noch die grossen Fettmassen in Betracht, welche vielen Wurstsorten einverleibt werden und der ranzige Zustand, den das Fett in Würsten leicht annehmen kann oder den es schon beim Bereiten der Waare hatte.

Einige Beobachter halten mikroskopisch kleine Pilze, Sarcinia botulina, für das Wurstgift. Man will auch an einigen sich als giftig erwiesenen Würsten ein schwaches Leuchten, Phosphorescіren bemerkt haben.

Conservirung des Fleisches.

In hygienischer und nationalökonomischer Beziehung ist die Conservirung aller Nahrungsmittel, ganz besonders aber jene des Fleisches von grosser Wichtigkeit. Hätten wir völlig ausreichende Conservirungsmittel des Fleisches, so könnten wir den Fleischreichthum gewisser Länder nutzbar machen und leicht könnte selbst der Aermste mit Fleisch versorgt werden. Eine Conservirungs-

methode für Fleisch, die allen Anforderungen entspricht, haben wir aber bis jetzt nicht.

Das Ideal einer Conservirungsmethode wäre ein Verfahren, durch das:

a) der Nahrungswerth nicht geschmälert,
b) die Verdaulichkeit nicht beeinträchtigt,
c) der Wohlgeschmack nicht alterirt,
d) die Haltbarkeit für lange Zeit gesichert,
e) das Nahrungsmittel nicht erheblich vertheuert würde.

Das Verderben der Nahrungsmittel ist hauptsächlich durch Verwesung und Fäulniss bedingt, Processe, die nur unter bestimmten Bedingungen, nämlich bei Gegenwart von Luft, Wasser und einer bestimmten Temperatur bei gleichzeitiger Mitwirkung gewisser Mikroorganismen vor sich gehen können. Die Mittel, die man zur Verhütung dieser Verderbniss der Nahrungsmittel in Vorschlag gebracht hat und verwendet, sind deshalb: Wasserentziehung, Abschluss der Luft, Einwirkung niedriger Temperaturen, und Einwirkung solcher Substanzen, die dem Leben der Fäulniss- und Gährungserreger feindlich sich verhalten.

Kälte ist ein vortreffliches Conservirungsmittel; niedere Temperaturen sind dem Gedeihen der Fäulnisserreger nicht günstig und verlangsamen demnach die Fäulniss. Praktisch wird Kälte in den Eishäusern der Fleischer, bei der Versendung von Fischen, Geflügel und Säugethierfleisch auf grössere Entfernungen und in einzelnen Haushaltungen verwendet. In früherer Zeit wurde Kälte ausschliesslich mit Hilfe von Eis erzeugt; nunmehr wird auch die Windhausen'sche Kälte-Erzeugungs-Maschine (Seite 232) hierzu verwendet. Gefroren gewesene Fleischstücke faulen nach dem Aufthauen rasch.

Das Trocknen des Fleisches soll schon Homer gekannt haben. Gegenwärtig wird das meiste Trockenfleisch in den viehreichen Laplata-Staaten erzeugt. Es werden lange Streifen Fleisch geschnitten und in freier Luft aufgehängt. Die zum Trocknen nothwendige Luft muss rein, nicht hoch temperirt und mässig bewegt sein, soll die Conserve, Carne secca genannt, brauchbar werden.

Nach einem andern, auch in den Laplata-Ländern geübten Verfahren wird das Fleisch zuerst durch 14 Tage intensiv gepökelt und erst dann getrocknet. Dieses Fleisch, Charqui auch Tasajo genannt, wird nach Brasilien, Nordamerika, auch nach Europa verschickt, hat aber, wenigstens in Europa, trotz seiner Billigkeit, keine besondere Verbreitung gefunden. Sein Aussehen ist unansehnlich, es braucht 5—6 Stunden zum Kochen, schmeckt schlecht und wird nicht leicht verdaut.

Unter dem Namen Pemmican wird eine, aus getrocknetem und hernach pulverisirten Fleisch mit Salz, Pfeffer und Zucker hergestellte Mischung von nordischen Seefahrern vielfach benützt. Die sogenannten Fleischmehle sind ähnliche aus getrocknetem Fleische erzeugte Präparate.

Ebenfalls auf Wasserentziehung beruht das Pökeln, d. i. das Salzen des Fleisches mit Kochsalz oder Salpeter. Dieses Verfahren wurde im 15. Jahrhundert durch den Kaufmann Bökel eingeführt, nach dem das Verfahren benannt ist. Das Pökeln setzt den Nährwerth des Fleisches erheblich herab, indem das Salz mit dem Wasser auch noch grosse Mengen von phosphorsauren und Kalisalzen, von löslichem Eiweiss, namentlich Myosin, dann auch gewisse Extractivstoffe, wie Kreatin und Kreatinin dem Fleische entzieht. Aus der Salzlake lassen sich diese verloren gegangenen werthvollen Nährstoffe nicht mehr wiedergewinnen, trotzdem diesbezüglich mancherlei Vorschläge gemacht wurden. Whiteland schlug vor, durch Dialyse der Lake Fleischextract zu gewinnen. Ein Decaliter Lake gab beim Dialysiren ein halbes Kilogramm eingedampftes Extract, das mit Mehl zu Fleischbisquit verarbeitet werden kann. Ebenso schlug Whiteland vor, durch Dialyse dem Salzfleisch die Eigenschaften des frischen Fleisches zu geben. Seine Vorschläge haben aber keine günstigen Erfolge aufzuweisen. Saeco wählt zur Einpökelung statt Kochsalz essigsaures Natron. George legt das Fleisch in eine Lösung von Salzsäure und darauf in doppeltschwefelsaures Natron.

Die Methode Morgans, welche während des nordamerikanischen Bürgerkrieges mit Erfolg verwerthet wurde, ist folgende: Gleich nach der Tödtung des Thieres wird der rechte Vorhof geöffnet, das Blut herausgelassen und dann in den linken Ventrikel eine aus Salz, Salpeter, Zucker, Phosphorsäure und Wasser bestehende Masse eingespritzt, das Fleisch sorgfältig getrocknet und in Holzkohle verpackt.

Eine richtige Beurtheilung von Salzfleisch ist meist erst nach dem Kochen möglich. Ist zum Pökeln verdorbenes oder krankes Fleisch genommen worden, so bleibt es weich, riecht und schmeckt schlecht. Vor dem Genusse muss Pökelfleisch eigens zubereitet werden, indem es in Netze gehüllt, in Wasser getaucht und darin einige Stunden ausgelaugt wird. Dann wird es herausgenommen und mit kaltem Wasser zum Kochen angesetzt. Sobald die Siedetemperatur erreicht ist, wird das erste Kochwasser, welches noch immer stark kochsalzhaltig ist, weggegossen und dafür frisches, kochendes Wasser zugegossen, in welchem das Fleisch gar kocht.

Das Räuchern des Fleisches beruht theils auf Austrocknung, theils auf dem Einfluss gewisser antiseptisch wirkender Rauchbestandtheile. Wird Fleisch vor der Räucherung eingepökelt oder eingesalzen, so verliert es an Nährwerth. Beim Räuchern des Fleisches an und für sich geht von den Nährstoffen nichts verloren. Durch das Räuchern erhält das Fleisch einen eigenthümlichen Geschmack. Wo das Rauchfleisch die einzige oder die wichtigste Fleischspeise bildet, gedeiht nachweislich die Bevölkerung nicht besonders.

Gut geräuchertes Fleisch hält sich monate-, selbst jahrelang. Durch das Räuchern werden Trichinen getödtet, wenn die Rauchgase in alle Theile des Fleischstückes gedrungen sind.

Eine für gewisse Verhältnisse (cernirte Festungen, Schiffe) sehr nützliche Conservirungsmethode des Fleisches ist die Aufbewahrung desselben in Blechbüchsen bei Luftabschluss, ein Verfahren, das im Anfange dieses Jahrhunderts von Appert angegeben wurde und seither vielfache Verbesserungen erfahren hat. Das Fleisch kommt entweder roh oder halb gekocht in Blechbüchsen und diese werden nach vollständiger Ausfüllung des übrigen Raumes mit Fleischbrühe verlöthet und sodann bei einem den Siedepunkt des Wassers übersteigenden Hitzegrad in geeigneten Apparaten (Salzbädern oder in Autoclaven) erhitzt. Manchmal wird das Verfahren dahin abgeändert, dass während des Kochens in der Büchse zum Austreten des Wasserdampfes und der Luft eine kleine Oeffnung offen bleibt, welche noch während des Erhitzens durch einen Tropfen Lothmetall geschlossen wird.

So präparirtes Büchsenfleisch zeigt unter Umständen selbst nach 1—2jähriger Aufbewahrung seinen natürlichen Wohlgeschmack. Nicht immer ist aber ein solcher Erfolg von dieser Methode zu erwarten; einzelne Büchsen verderben trotz aller Vorsicht bei ihrer Füllung und Verlöthung meistens deshalb, weil die Büchse von Anfang an nicht völlig dicht war oder später undicht geworden ist.

Bei entstandener Fleischfäulniss im Innern der Büchse bauchen sich die Büchsen auf. Solche Büchsen müssen mit Vorsicht beseitigt, am besten verbrannt werden. Denn wenn eine solche Büchse geöffnet wird, so entwickelt sich ein höchst abscheulicher, lange Zeit haftender Gestank. Aber auch scheinbar unverdorbene, d. h. nicht aufgebauchte Büchsen enthalten oft ein Fleisch, dessen Genuss ekelerregend wirkt. Es gibt ein Stadium der Verderbniss, das weder durch äussere Kennzeichen an den Büchsen, noch selbst nach ihrer Oeffnung durch den Geruch des Inhaltes erkennbar ist. Wird derartiges Fleisch verzehrt, so stellt sich ein unbesiegbarer Widerwille gegen den wiederholten Genuss des Büchsenfleisches ein.

Die Conservirung des Fleisches durch Luftabschluss wird auch noch in anderer Weise als durch Büchsen bewirkt. Lamy hat empfohlen, das Fleisch zunächst der Einwirkung von schwefligsaurem Gase auszusetzen und hierauf eine Mischung aus Melasse und einer Lösung von Albumin in Eibischabkochung aufzutragen. Ein von Redwood angegebenes Verfahren besteht darin, das Fleisch scharf auszubraten und es dann mit Paraffin und einer Leimschicht zu überziehen.

Endlich hat man auch versucht, das Fleisch durch Behandlung mit antiseptischen Substanzen zu conserviren. Kolbe schlägt hiezu die Salicylsäure, Zöller die Xanthogensäure vor. Abgesehen davon, dass Salicylsäure und Xanthogensäure die mehr oder weniger im Fleisch haften bleiben, für den Organismus durchaus nicht indifferent sind, haben die diesbezüglich vorgenommenen Experimente gezeigt, dass durch diese Art von Conservirung keinerlei günstige Erfolge zu erwarten sind.

Controle des Fleischmarktes.

Wenn von Seite der Aufsichtsbehörde alle für die gesundheitlich entsprechende Qualität des Fleisches belangreichen Gesichtspunkte beachtet und mit Rücksicht darauf die Fleischcontrole geübt werden soll, so ist die Errichtung eines öffentlichen Schlachthauses mit Schlachthauszwang hiefür ein unabweisbares Erforderniss, namentlich in grösseren Städten.

Denn nur in dem Falle, als alle Fleischerzeuger verhalten werden, in einem gemeinsamen, öffentlichen und amtlich beaufsichtigten Schlachthause ihr Grossvieh zu schlachten, ist eine ausreichende, bequeme, sichere und billige Controle ausführbar. Diese Controle ist besonders deshalb werthvoll, weil jedes einzelne Schlachtthier vor und nach dem Schlachten von Sachverständigen gründlich und auch mikroskopisch untersucht werden kann. Die im Schlachthaus geübte Aufsicht lässt sich auch auf die Art der Schlachtung, dass dabei Rohheiten verhütet werden, und auf die Art der Ausschrotung des Fleisches, dass dabei Reinlichkeit gehandhabt wird, ausdehnen.

Mit den Schlachthäusern sollten hinreichende Stallungen und Futterböden in directer Verbindung sein, damit die Thiere vor dem Schlachten eine Zeit lang ausruhen und sich von den Strapazen des Transportes erholen. In jedem grösseren öffentlichen Schlachthaus sollte ein Thierarzt als Sachverständiger permanent fungiren und für seine Untersuchungen die nöthigen Localitäten und Hilfsmittel zur Verfügung haben.

Ein vollständiger Schutz kann dem Publicum jedoch auch durch diese Einrichtung nicht gewährt werden. Es kommt zunächst in Betracht, dass die Einfuhr von todtem Fleisch nicht untersagt und dieses von Sachverständigen bei der gewöhnlichen Beschau nicht immer sicher darauf beurtheilt werden kann, ob es ganz frei von schädlichen Bestandtheilen ist, beziehungsweise ob es von ganz gesunden oder von kranken Thieren herrührt.

Weiter ist es leicht begreiflich, dass die Institution der öffentlichen Schlachthäuser in der Regel nur grösseren Städten zugute kommen kann, weil in diesen Fällen die Rentabilität des aus Gemeindemitteln errichteten Schlachthauses ausser Zweifel steht, während in kleineren Städten und in ländlichen Gemeinden die öffentlichen Verwaltungen oft grosse Summen Geldes zusetzen müssten, um ein den hygienischen Anforderungen genügendes öffentliches Schlachthaus zu errichten und in Betrieb zu erhalten.

Wo öffentliche Schlachthäuser nicht bestehen und nicht errichtet werden können, kann die Controle dennoch eine erspriessliche sein, wenn der Fleischverkauf eine Regelung erfährt und auf besonders eingerichtete Fleischhallen, woselbst die Fleischprüfung vorgenommen wird, beschränkt bleibt. Der Verkauf des Fleisches nach Qualitäten zu entsprechend verschiedenen Preisen ist mit Rücksicht auf die Verschiedenheit des Geschmackes und des Nährwerthes des Fleisches (namentlich des Ochsenfleisches von verschiedenen Körper-

regionen) gerechtfertigt und vom marktpolizeilichen Standpunkte nur gut zu heissen. Selbstverständlich muss sich die Marktcontrole auch darauf erstrecken, dass nicht minderwerthiges Feisch als besseres verkauft werde.

Die Vortheile, die ein öffentliches Schlachthaus bietet, sind mit der Möglichkeit einer zweckmässigen Fleischcontrole nicht erschöpft; es werden auch alle jene Uebelstände, welche der Betrieb des Schlächtereigewerbes mit sich führt und die sich mit der Zahl einzelner Privatschlächtereien in einer Stadt in geradem Verhältnisse steigern, vereinfacht und wenn die Anlage des öffentlichen Schlachthauses eine gute ist, — wie sie es, da sie aus öffentlichen Mitteln errichtet wird, wirklich sein kann, — auf ein minimales Maass reducirt. Hierüber wird im Absehnitt über Gewerbehygiene Weiteres erörtert.

Drittes Capitel.

Milch.

Die grosse Bedeutung, welche die Milch für die Ernährung des Menschen hat, geht schon daraus hervor, dass ganze Volksstämme, die Bauern in Schweden, das Volk in Kurdistan, die Beduinen Arabiens vorwiegend von Milch leben. Es wird angenommen, dass in Deutschland 120 Liter Milch pro Jahr und Kopf verbraucht werden, wovon jedenfalls, wie eine Vergleichung der städtischen mit der ländlichen Lebensweise ergibt, eine verhältnissmässig viel grössere Menge auf dem Lande verzehrt wird, als in den Städten*).

Dass die Milch als Nahrungsmittel so sehr gesehätzt wird, ist darin begründet, dass in ihr alle Gruppen der zur Gewebsbildung und zum Ersatze des Stoffwechselverlustes nöthigen Stoffe vorhanden sind, und zwar besteht sie aus Eiweissstoffen (der Gehalt an Casein und Albumin beträgt im Durchsehnitt 4·5—5%), Fett (3—5%), Milchzucker (4—4·5%), Salzen (0·5—0·75%) und aus Wasser (85—88%).

Dieses Mischungsverhältniss ist keineswegs ein solches, welches an sich allein für den erwachsenen Organismus als das geeignetste sich erweist, allein es ist dasjenige, welches den Ernährungszwecken des Säuglings am vollkommensten entspricht. Als ausschliessliches Nahrungsmittel für den Erwachsenen eignet sich die Milch aus dem Grunde nicht, weil der Erwachsene, um die zur Ernährung erforderliche Menge der Nährstoffe als Milch in sich einzunehmen, täglich $4^1/_2$ Liter derselben benöthigen würde, ein Quantum, das von den Verdauungsorganen nicht bewältigt werden kann. Thatsächlich wird Milch verhältnissmässig selten für sich allein als Speise genossen, meist ist sie ein Bestandtheil unserer Nahrung und erhöht dadurch den Nährstoffgehalt und verbessert den Wohlgeschmack unserer Speisen.

*) Dornblüh, Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege 1880, 413.

Ueber den grossen Nährwerth der Milch sollte Jeder aufgeklärt sein. Das Publicum weiss gar nicht, wie werthvoll die Milch als Nahrungsmittel ist und dass mit der Milch, trotz ihrer heutigen Marktpreise mehr Nährstoffe zu verhältnissmässig billigen Preisen eingekauft werden, als mit den meisten anderen Nahrungsmitteln.

Qualität der Milch.

Die Qualität der Milch hängt ab:

a) von der Gattung und Race des Thieres.

Die Verschiedenheiten der Milch mit Rücksicht auf die Gattungen werden durch folgende Tabellen erläutert:

Bestandtheile für 1000 Theile	Frauenmilch	Kuhmilch	Ziegenmilch	Schafmilch	Eselsmilch	Stutenmilch
Wasser . . .	889·08	857·03	863·58	839·89	910·24	828·37
Feste Stoffe .	110·92	142·95	136·42	160·11	89·76	171·63
Caseïn . . .	39·24	48·28	33·60	53·42	20·18	16·41
Albumin. . .	—	5·76	12·99			
Butter. . . .	26·66	43·05	43·57	58·90	12·56	68·72
Milchzucker .	43·64	40·37	40·04	40·98	57·02	86·50
Salze. . . .	1·38	5·48	6·22	6·81		

Ueber die Milch von Kühen verschiedener Racen sind umfassende Untersuchungen angestellt worden, deren Ergebnisse nachfolgende Tabelle erläutert:

Kuhmilch.

In 1000 Theilen	Schweiz	Tirol	Voigtland	Steiermark	Normandie	Bretagne	Angus	Durham	Holland	Belgien	Böhmen
Wasser. . .	851·98	817·40	849·90	853 15	871·80	837·48	803·20	845·62	839·72	857·70	811·80
Feste Stoffe .	148·02	182·60	150·16	146·85	128·20	162·52	196·80	154·40	160·28	142·30	158·20
Caseïn . . .	22·56	41·98	37·64	22·63	42·18	46·50	45·62	32·46	34·87	31·50	28·52
Albumin . .	3·08	7·60	8·00	8·82	5·50	7·24	7·90	11·14	7·32	9·10	10·20
Butter . . .	70·88	79·60	51·40	62·80	52·40	57·04	98·80	64·10	68·46	62·20	63·40
Zucker. . .	45·90	48·42	46·26	46·20	42·12	45·54	37·26	39·70	43·50	32·92	49·68
Salze . . .	5·60	5·00	6·80	6·40	6·00	6·20	7·22	6·82	6·14	6·78	6·40

Die Milch der einen Kuh gleicht nach Mischung und Menge der Bestandtheile nie ganz jener einer andern. Sie unterliegt selbst als Einzelnsecret sehr bedeutenden Modificationen.

Die Quantität der von einer Kuh pro Tag gegebenen Milch schwankt zwischen 6—40 Liter und die Melkbarkeit zwischen 150—360 Tagen. Der Jahresmilchertrag schwankt zwischen 1100 bis 5200 Liter.

Kühe im mittleren Alter geben die beste und meiste Milch.

b) Von der Zeit der Melkung. Uebereinstimmende Resultate ergaben, dass der Buttergehalt der Abendmilch bis zum Doppelten grösser ist, wie derjenige der Morgenmilch. Der Gehalt an Albuminstoffen zeigt dagegen in den verschiedenen Tageszeiten keine wesentlichen Schwankungen. Der Gehalt an Milchzucker culminirt Mittags und sinkt gegen die Nacht zu.

c) Vom Geschlechtsleben. Bis zur Mitte der Trächtigkeit ändert sich die Milch weder bezüglich ihrer Quantität noch Qualität. Gegen das Ende der Trächtigkeit tritt in der Milch das Casein zurück und das Eiweiss erscheint vermehrt. Zur Zeit des Werfens enthält die Milch fast kein Casein aber viel Eiweiss. Das Secret von letzterer Beschaffenheit, Colostrum genannt, erzeugt flüssige Stuhlentleerungen, gerinnt beim Kochen und wird als ungeniessbar betrachtet. Erst einige Wochen nach dem Kalben wird die Milch wieder gut und von normaler Beschaffenheit.

d) Von der Nahrung und Lebensweise des Thieres. Die zahlreichen Untersuchungen über den Einfluss, den die Ernährungsweise auf die Zusammensetzung der Milch ausübt, stehen unter sich noch vielfach im Widerspruch. Einzelne dieser Untersuchungen lassen den Schluss zu, dass die Art der Fütterung ohne allen Einfluss auf die Zusammensetzung der Milch sei, insofern das Verhältniss von Fett, Casein, Albumin und Zucker in der producirten Milch ein vom verabreichten Futter unabhängiges sei, während andere Erfahungen darauf hindeuten, dass stickstoffreiches Futter viel und butterreiche Milch gibt und Stallfütterung ebenso wirke, wogegen das Weiden im Freien auf armer Wiese käsereichere Milch liefern soll. Darin aber stimmen alle bisherigen Beobachtungen überein, dass ein reichlicheres Futter die Milchproduction vermehre.

Es liegt die Erfahrung vor, dass einzelne aromatische Substanzen: ätherische Oele, Bitterstoffe und mancherlei Farbstoffe, in die Milch übergehen und deren Farbe oder Geschmack beeinflussen. Die Milch der Alpenkühe hat einen eigenthümlichen Wohlgeruch, der auch auf die Butter übergeht. Ferner ist bekannt, dass aus dem Futter der milchgebenden Thiere giftige Substanzen in die Milch gelangen. Bei der Ingestion von Futterkräutern, welche für den Menschen giftig sind, erkranken nicht immer die Milchthiere; namentlich sollen Ziegen giftigen Futterkräutern kräftig widerstehen. Wiederholt hat Milch, die sich nachträglich bei der chemischen Analyse als Colchicin- oder Euphorbium-haltig erwies, Menschen beschädigt, während an der Ziege, die solche Milch gab, kein Krankheitssymptom wahrnehmbar war.

Es ist erwiesen, dass auch gewisse metallische Gifte (Quecksilber, Blei, Arsen, Antimon) in die Milch übergehen. Obgleich die Quantität, in der diese Stoffe (die meist als Arzneimittel dem Thiere verabreicht werden) in der Milch nachgewiesen wurden, eine sehr geringe ist, so kann doch der Genuss solcher Milch für Säuglinge und Kinder gefährlich werden.

Im Sommer werden zuweilen (um Fliegen abzuhalten), die Kühe mit Tabakabsud gewaschen. Dadurch kann Milch nikotinhaltig werden.

e) Von pathologischen Zuständen der Milchthiere. Es ist siehergestellt, dass Störungen der psychisehen Functionen, Gemüthsaffeete auf die Milch beim Menschen derart einwirken, dass dieselbe für den Säugling geradezu schädlieh werden kann. Es bereehtigt dies, anzunehmen, dass bei analogen Verhältnissen aueh die Thiermilch in gesundheitlieh sehädlieher Weise geändert wird. Weleher Art aber diese Veränderungen sind, ist nieht bekannt.

Locale, nicht eontagiöse Leiden des Euters (Entzündungen, Abscesse, Milchsteine) können die Mileh dureh Schorfe, Sehleim, Blut, Eiter verunreinigen. Ob solche Mileh sehädlieh ist, darüber liegt niehts vor. Gewiss ist aber, dass nieht Jeder mit Appetit eine Mileh geniessen wird, von der ihm bekannt ist, dass sie Eiter, Sehorf, Sehleim, Blut u. s. w. enthält. Es sei bemerkt, dass sich Kühe bei solehen Leiden nicht oder nur unter Schwierigkeiten melken lassen.

Bei allgemeinen pathologischen Zuständen der Milehthiere wird die Mileh wässerig, sehleimig, fast opalisirend, unansehnlich und absehmeekend. In den späteren Stadien schwerer Krankheiten hört jede Milehseeretion auf.

Eine Krankheit des Rindviehes ist für die Hygiene der Milch von besonderer Wiehtigkeit. Die Perlsucht (Tubereulose) der Kühe hat ein grosses Interesse in Anspruch genommen, seitdem Gerlaeh durch Verfütterung der rohen Mileh von tubereulösen Kühen die gleiche Krankheit bei anderen Thieren hervorgebraeht hatte. Ebenso sprieht sieh Klebs aus. Seinen Untersuehungen naeh beginne die dureh Milehverfütterung erzeugte Tubereulose gewöhnlieh mit Magen- und Darmkatarrh und führe dann zu tubereulöser Affection der Mesenterialdrüsen, ferner zu Leber- und Milztuberculose und endlieh zu ausgebreiteter Miliartubereulose der Lungen. Die Tubereulose des Rindes ist weiter in hohem Grade erblieh, und zwar in demselben Sinne, wie wir dies auch für die gleiehe Krankheit beim Mensehen annehmen.

Die Frage, ob die virulente Natur der Rindertuberculose auch dem Menschen gefährlieh werden kann und ob insbesondere die genossene Mileh perlsüehtiger Thiere Tuberculose beim Mensehen erzeugen könne, ist gegenwärtig noeh Gegenstand wissensehaftlieher Untersuchungen. Allerdings sind bereits einige Fälle veröffentlicht, die eine solehe Gefahr wahrseheinlich maehen. Leonhardt*) beriehtet: Mehrere, an der Brust gedeihende, gesunde Kinder eines Försters in Thurgau starben an acuter Tuberculose, sobald sie entwöhnt worden waren und mit der Milch einer Kuh ernährt wurden, die sieh beim Schlachten als tubereulös erwies. Stang erwähnt einen fünfjährigen Knaben, der dureh jahrelangen

*) Cnyrim, Ueber die Production von Kinder- und Curmilch in städtischen Milchcuranstalten. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege 1879, S. 239.

Genuss der ungekochten Milch von einer tuberculösen Kuh schwindsüchtig geworden und gestorben sei. Bei diesem Fall waren diejenigen Forderungen erfüllt, welche an die Diagnose der Infection zu stellen sind, nämlich: Mangel jeder hereditären Ursache und Nachweis der primären Unterleibstuberculose.

Mag man auch die Beweiskraft dieser und der sonst publicirten Fälle in Zweifel ziehen, einer Anerkennung der Gefahr, die von der Milch perlsüchtiger Thiere droht, wird man sich umsoweniger entziehen können, als erwiesen ist, dass die Tuberculose des Rindes selbst auf solche Thiere übertragen wurde, die hiefür fast für immun galten (Hühner), da weiter die Identität dieser Krankheit bei Menschen und bei Kühen nicht bestritten werden kann, und wir nicht annehmen können, der Mensch werde sich unempfänglich zeigen gegen das vom thierischen Organismus erzeugte Gift einer Krankheit welche mehr als eine andere die Reihen seines Geschlechtes lichtet.

f) Von der Art der Aufbewahrung der Milch. Milch ist eine Substanz, die mit besonderer Sorgfalt in luftigen, kühlen Räumen aufbewahrt werden muss, sollen nicht unerwünschte Qualitäts-Aenderungen vorzeitig eintreten. Milch hat eine ausserordentlich deutlich ausgesprochene Tendenz, Riechstoffe zu binden. Bei Aufbewahrung von Milch in unreinen, wenig ventilirten, dumpfigen oder übelriechenden Localitäten verliert die Milch ihren Wohlgeschmack. Die Aufbewahrungsräume für Milch sollten stets staubfrei gehalten werden. Sind Keime pflanzlicher oder animalischer Art im Staube vorhanden, so können sich dieselben in der Milch, die ein überaus günstiges Substrat für ihr Gedeihen und ihre Vermehrung ist, rasch entwickeln und durch ihre Fermentwirkung rasche Zersetzungen der Milch hervorbringen.

Wahrscheinlich ist auf derartige Einwirkungen das wiederholt beobachtete Blauwerden der Milch zurückzuführen. Man versteht darunter die Bildung bläulicher Flecke auf der Fetthaut der Milch, die sich schnell in die Tiefe verbreiten. Selbst die filtrirte Milch ist blau, woraus hervorgeht, dass der Farbstoff in Lösung vorhanden sein muss, und nicht etwa ein blauer Pilz ist. Solche Milch ist sehr abschmeckend und dürfte von Menschen kaum je genossen worden sein. An Schweine wurde sie dagegen ohne Nachtheil verfüttert. Manche Autoren erklären diese Blaufärbung durch Bildung von Triphenylrosanilin aus Casein. Früher bezog man die blaue Farbe auf einen Vibrio cyanogenus, ebenso die gelbwerdende Milch auf einen Vibrio xanthogenus. Reichardt aber fand in den blauen Flocken zahlreiche Schimmelfäden, welche bei starker Vergrösserung farblos erschienen.

Für die Aufbewahrung der Milch ist die Wahl zweckmässiger und reiner Gefässe von Wichtigkeit. Nur in reinen Gefässen und in kühlen, reinlich und geruchlos erhaltenen Aufbewahrungsräumen hält sich die Milch einige Zeit.

Milchgefässe sollten deshalb vor jeder Beschickung auf das sorgfältigste gesäubert werden, damit keinerlei Keime an den Wänden haften bleiben, welche die neue Milch rasch zersetzen würden.

Bei Holzgefässen geht immer etwas Milch in's Holz, zersetzt sich dort und wirkt, wenn die Zersetzungsproducte nicht gänzlich entfernt werden, für die neu beschickte Milch fermentirend. Kupfer- und Zinkgefässe geben leicht an die Milch ihr Metall ab und sind deshalb nicht zu empfehlen. Ebenso eignen sich eiserne Gefässe mit Bleiglasur und Thongeschirre nur dann zur Milchaufbewahrung, wenn sie kein Bleioxyd abgeben. Zweckmässige Milchbehälter sind jene aus Porzellan, Steingut, gut verzinntem Eisenblech.

Eigenschaften der Milch.

Die auf den Markt gelangende Milch ist in der Mehrzahl der Fälle ein Gemisch der Milch vieler Kühe. Die Differenzen, welche die von verschiedenen Kühen oder von derselben Kuh zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Umständen direct abgenommene Milch zeigt, gleichen sich in diesem Gemisch mehr oder weniger aus und daher kommt es, dass die Milch als Marktwaare in normalem unverfälschten Zustande eine ziemlich beständige Zusammensetzung und gleichartige Eigenschaften aufweist. Das specifische Gewicht solcher normalen Marktmilch variirt zwischen 1·029 und 1·033, während die Milch einzelner Kühe, wenn sie gesund sind, zwischen 1·025 und 1·040 schwankt.

Durch Kochen wird die Milch nicht coagulirt, sondern überzieht sich mit einer Haut von verhärtetem Käsestoff, welche, weggenommen, sich wieder erneuert.

Unter dem Mikroskope werden die in der Milch suspendirten Formelemente sichtbar. Diese Formelemente sind:

a) Milchkügelchen, stark lichtbrechende, mehr oder weniger sphärische, mikroskopisch kleine Gebilde von 0·00125 bis 0·004 Meter Durchmesser.

b) Colostrumkörperchen, kugelige Gebilde von 0·00667 bis 0·025 Meter Durchmesser, welche aus Conglomeraten von Fettkügelchen, vereinigt durch ein Bindemittel bestehen.

c) Epithelialplatten in geringer Menge.

d) In Folge exudativer Processe im Euter oder bei gewissen epidemischen Rinderkrankheiten findet man in der Milch Eiter. Die Eiterkörperchen sind den Butterkörperchen ähnlich, aber im Umfange etwas grösser, matt granulirt, und enthalten einen Kern, oder sie bilden granulirte Körperchen mit unregelmässiger Rinde, löslich in Aetznatron. Werden die Formelemente durch Filtration entfernt, so erhält man eine durchsichtige farblose Flüssigkeit.

Frische Milch reagirt schwach alkalisch. Wird die Milch der Ruhe überlassen, so erfolgt, weil ein Theil der Milchkügelchen ihres geringen specifischen Gewichtes wegen an die Oberfläche steigt, Rahmbildung (Sahne). Dass immer nur ein Theil derselben sich an die Oberfläche begibt, während ein anderer Theil suspendirt bleibt, ist in der verschiedenen Grösse und Dichtigkeit der Formelemente begründet. Es unterliegt keinem Zweifel, dass durch

langes, ruhiges Stehen sämmtliche Formelemente sich aus der Flüssigkeit erheben und die letztere wasserhell werden würde, wenn in der Milch nicht nach und nach Veränderungen vorgingen, welche diese vollständige Abscheidung verhindern. Mit der Zeit verdickt sich nämlich die unter dem Rahm befindliche Flüssigkeit und reagirt sauer. Diese Veränderung beruht auf der Umwandlung eines Theiles Milchzucker in Milchsäure, bei welchem Vorgang das Casein als Ferment wirkt. Die gebildete Säure sättigt das freie Alkali, wodurch der Käsestoff, seines Auflösungsmittels beraubt, präcipitirt wird und die Milch gerinnt. Durch Aufbewahren der Milch in sehr reinen Gefässen bei niedriger Temperatur oder durch tägliches Aufkochen oder durch Zusatz von alkalisch reagirenden Salzen (Borax) bis zur Abstumpfung der saueren Reaction lässt sich dieses Gerinnen der Milch längere Zeit verhindern.

Milchconservirung.

Bisher hat sich nur eine einzige Art von Milchconserven bewährt, die condensirte Milch. Dieses Präparat wird durch Eindicken der Milch im Vacuum (unter Zuckerzusatz zur Erhöhung der Haltbarkeit) hergestellt und in Büchsen versendet. Analysen von derartigen Präparaten ergaben: Wasser 29·09, Butter 15·01, Käsestoff 12·41, Milchzucker 15·12, Rohrzucker 26·20, lösliche Salze 1·44, unlösliche Salze 0·50. Die Milchkügelchen zeigten sich unter dem Mikroskop selbst lange nach der Versendung der Büchsen ziemlich unverändert. Condensirte Milch ist zu allen Zwecken verwendbar und lässt sich mit 5 bis 6 Theilen Wasser wie frische Milch buttern. Mit 3 bis 4 Theilen Wasser gibt das Präparat süsse, gute Milch. Bisweilen scheidet sich Butter freiwillig aus, die sich schwer wieder vermischen lässt. Etwas Eigelb soll dieses Ausscheiden verhindern.

Milchcontrole.

Die physikalische Beschaffenheit der Milch macht es äusserst leicht, ihre natürliche Zusammensetzung auf Kosten des Nahrungswerthes zu alteriren, ohne dass eine solche Veränderung dem Consumenten augenfällig wird. Milchfälschung hat von jeher stattgefunden und im Laufe der Zeit umsomehr zugenommen, je grösser der Milchverbrauch geworden ist. In grossen Städten geht die Milch fast ausschliesslich durch die Hände von Zwischenhändlern an das consumirende Publicum. Dieser Umstand, sowie die Schwierigkeit, eine Verfälschung der Milch durch Wasserzusatz unter allen Verhältnissen erkennen zu können, ist der Grund, dass es in grossen Städten oft nicht leicht ist, eine reine Milch zu erhalten.

Man würde sich aber einer Täuschung aussetzen, wenn man annehmen wollte, dass sich die Milchfälschung lediglich auf die grossen Städte beschränkt; wie in diesen, so gehört sie auch in mittleren und kleinen Städten, ja selbst auf dem Lande zu den täglichen Erscheinungen.*)

*) Gesetz, betreffend den Verkehr mit Nahrungsmitteln. Mit Erläuterungen herausgegeben von Dr. Meyer und Finkelnburg. Berlin 1880. 104.

Man ist deshalb allgemein von der Wichtigkeit der Controle des Milchmarktes überzeugt, doch gehen die Ansichten darüber auseinander, bis zu welcher Grenze diese Controle ausgeführt werden soll, damit ihr Zweck möglichst erreicht wird.

Sehr richtig sagt Vieth:

Der ausgedehnten Milchverfälschung wird nicht gesteuert werden durch vereinzelte Untersuchungen, selbst wenn dieselben es ermöglichten, auch die kleinste mit der Milch vorgenommene Veränderung zu constatiren. Für den gewissenlosen Verkäufer ist die Versuchung, sich durch die leicht vorzunehmende Fälschung auf Kosten seiner Kunden eine reichliche Nebeneinnahme zu sichern, gewiss grösser als die Furcht, dass bei vorkommenden Revisionen sein Betrug entdeckt werden könnte. Es kann demnach nur dadurch den Zwecken der Milchcontrole, verfälschte Milch zu erkennen und vom Markte auszuschliessen, gedient werden, dass die Milchuntersuchungen sich auf möglichst viele Objecte erstrecken und oft wiederholt werden. Das lässt sich aber nur durchführen, wenn die Untersuchungsmethode gewisse Bedingungen erfüllt, von denen die wichtigsten sind, dass die Prüfung schnell ausführbar sei, eine vorgenommene Verfälschung mit Sicherheit erkennen lasse und nicht complicirte Apparate erheische. Da die Prüfung in die Hände der Organe der Marktpolizei zu legen ist, muss die Untersuchungsmethode so einfach sein, dass man an die geistigen Fähigkeiten und an die manuelle Geschicklichkeit der mit ihrer Ausführung betrauten Personen nicht besonders grosse Ansprüche zu machen gezwungen wäre.

Hält man das Gesagte aufrecht, dann sind verschiedene Prüfungsmethoden der Milch von der Anwendung zur Milchcontrole von vornherein ausgeschlossen, vor Allem die chemische Analyse, da sie nicht allein eingehende Kenntnisse chemischer Operationen und das Vorhandensein zahlreicher, complicirter Apparate voraussetzt, sondern auch geraume Zeit in Anspruch nimmt. Dennoch gewährt die quantitative chemische Analyse allein einen vollständigen Einblick in die Zusammensetzung der Milch und damit die Möglichkeit, ihren wahren Nährwerth festzustellen. In zweifelhaften Fällen wird ihr daher immer die letzte Entscheidung zufallen.*)

Doch darf nicht übersehen werden, dass die Möglichkeit des sicheren Nachweises einer mit der Milch vorgenommenen Veränderung selbst mit Hilfe einer vollständigen chemischen Analyse eine bedingte ist, indem immer auf die natürlich vorkommenden Schwankungen in der Zusammensetzung der Milch Rücksicht genommen werden muss. Stellen wir uns vor, wir hätten eine Milch mit 85·8% Wasser und 14·2% Trockensubstanz, bestehend aus 4·0% Fett, 3·8% Käsestoff, 0·6% Eiweiss, 5% Milchzucker und 0·8% Aschensalzen, und es wurden dieser Milch 20% Wasser zugesetzt, so würde die resultirende Mischung 11·83% Trockensubstanz und 3·33% Fett, 3·17% Käsestoff, 0·50% Eiweiss, 4·17% Milchzucker

*) Vieth, Milchprüfungsmethoden, Bremen 1879, 91.

und 0·66% Aschenbestandtheile enthalten. Wie man sieht, fallen diese Zahlen alle noch über die Minimalgrenzen, welche für die einzelnen Bestandtheile normaler Milch angegeben sind, und es könnte somit auf Grund der chemischen Analyse allein eine derartige Mischung nicht als verfälschte Milch erklärt werden (Vieth).

Selbst die strengste Controle wird, wenn sie sich blos auf die Untersuchung der auf den Markt gelangten Milch erstreckt, keine ausreichende Garantie dafür geben, dass dem Publicum völlig unverfälschte und auch in anderer Beziehung gesundheitlich völlig unbedenkliche Milch geboten werde. Wenn alle früher erörterten, vom gesundheitlichen Standpunkte belangreichen Gesichtspunkte in Bezug auf die Milch beachtet werden sollen, so müsste sich die Controle auch noch auf die Milchtransportgefässe, die Milchverkaufsräume, ja auf die Maierei und den Kuhstall selbst ausdehnen. Nur auf diese Weise erscheint es möglich, solche Milch vom Consum auszuschliessen, welche durch Krankheit der Kühe, schlechte Fütterung derselben oder durch Unreinlichkeit im Stalle oder im Milchkeller fehlerhaft und dadurch ungesund geworden ist. Namentlich kommt hiebei die schädlich wirkende Milch von Kühen in Betracht, die an Perlsucht, an Maul- und Klauenseuche leiden. In der Marktmilch ist ein Zusatz von derart kranker Milch nur schwierig oder gar nicht nachzuweisen.

So wünschenswerth eine so weit ausgedehnte polizeiliche Beaufsichtigung auch sein mag, so wird sie doch nur unter den seltensten Verhältnissen und stets nur bis zu einem gewissen Maasse durchführbar sein.

Die Milchcontrole kann sich dadurch wirksamer und erspriesslicher gestalten, wenn gewisse gesetzliche Anordnungen auch in Bezug auf Milchwirthschaften, Kuhställe und Milchläden erlassen und betreffs ihrer Ausführung überwacht werden. Solche Anordnungen haben zu verlangen, dass die Ortsbehörden ein genaues Register über alle Personen anlegen und führen, welche sich mit dem Halten von Kühen abgeben oder Maiereien, Milchverkaufsläden u. s. w. besitzen. Alle derartigen Geschäfte sollten nur gegen behördliche Bewilligung betrieben und die Bewilligung selbst sollte nur in jenen Fällen ertheilt werden, in welchen die Betriebsräumlichkeiten in Bezug auf Beleuchtung, Ventilation, Reinhaltung, Entwässerung und Wasserversorgung so eingerichtet sind, wie es für die Gesundheit und gute Beschaffenheit des Viehstandes, für die Reinhaltung der beim Milchverkauf nothwendigen Gefässe und behufs Vorsicht gegen Infection und Verderbniss der Milch verlangt werden muss.

Betreffs der Maiereien wäre noch insbesondere zu verlangen, dass, sobald in einem Kuhstall eine Krankheit ausbricht, die Milch der erkrankten Kühe nicht mit der Milch gesunder Kühe vermischt, aber auch als Nahrung für Menschen weder verkauft noch benutzt werde.

Durch obrigkeitliche Vorschriften und Beaufsichtigung die ganze Milchwirthschaft regeln zu wollen, würde Eingriffe nöthig machen,

die der persönlichen und gewerblichen Freiheit widersprechen und eine bedenkliche Steigerung der Polizeigewalt herbeizichen würden.

Um eine sichere Garantie des Bezuges gesunder Milch zu haben, wurden durch einzelne Vereine öffentliche Milchanstalten (Maiereien) errichtet, in denen unter sorgfältiger thierärztlicher und ärztlicher Controle die Milch von Kühen gewonnen wird, die vollkommen gesund und mit einem geeigneten Futter genährt werden, in denen also dem Publicum eine zweifellos gute und unverfälschte Milch von constanter Zusammensetzung geboten wird. Es liegt im Interesse der allgemeinen Gesundheit, dass die Errichtung derartiger Anstalten von Seite der öffentlichen Verwaltung möglichst gefördert werde.

Chemische Untersuchung der Milch auf ihre wesentlichsten Bestandtheile.

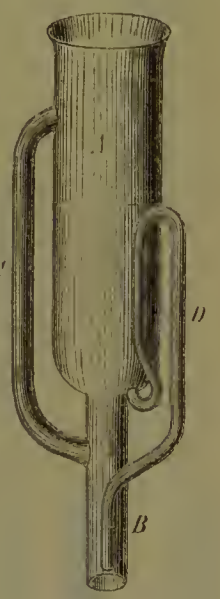
Zur Bestimmung des Wassers, der Butter, des Milchzuckers und der löslichen Salze wird nach Haidlen eine gewogene Menge Milch mit einer gewogenen Menge gebrannten und vollkommen trockenen Gypses eingedampft (der Gypszusatz bezweckt, das Trocknen und Pulvern des Rückstandes zu erleichtern und das Casein unlöslich zu machen). Man trocknet den Rückstand im Luftbade bei 100° C. und erfährt so nach Abzug des Gypses den Gehalt der Milch an festen Stoffen und an Wasser. Durch Erschöpfen des gepulverten Rückstandes mit Aether und Zurückwägen desselben, erfährt man das Gewicht der Butter. Extrahirt man den enthaltenen Rückstand mit Alkohol von 85% vollständig und wägt den Rückstand zurück, so gibt der Gewichtsverlust, welchen derselbe durch die Extraction mit Alkohol erfahren hat, das Gewicht des Milchzuckers und der löslichen Salze an. Das, was nach der Extraction mit Weingeist noch zurückbleibt, ist Casein, Gyps und unlösliche Salze der Milch. Zieht man von dem Gewichte des Rückstandes das Gewicht des in ihm enthaltenen Gypses ab, so erhält man das Gewicht des Caseins und der unlöslichen Salze.

Nach Hoppe-Seyler wird die Milchuntersuchung folgenderweise vorgenommen: 20 Cubik-Centimeter Milch werden mit Wasser bis zum Gesammtvolum von 400 Cubik-Centimeter verdünnt, so lange sehr verdünnte Essigsäure hinzugefügt, bis sich eine flockige Fällung zu zeigen beginnt und hierauf eine halbe Stunde lang Kohlensäure eingeleitet. Nach zwölfstündigem Stehen wird der Niederschlag (Casein und Fett) auf einem bei 100° C. getrockneten Filter gesammelt, ausgewaschen, bei 110° getrocknet und gewogen. Das hiebei erhaltene Filtrat und Waschwasser erhitzt man zum Kochen und bestimmt das ausgeschiedene Albumin nach dem Trocknen bei 110° durch Wägung. Bestimmt man die Fette durch Ausschütteln der Milch mit Natronlauge und Aether, Abdampfen der erhaltenen Aetherauszüge und Wägen ihrer Rückstände, und zieht man von dem Gewichte des Caseins + Fett jenes des direct bestimmten letzteren ab, so erhält man das Gewicht an Casein allein. Zur Zuckerbestimmung mittelst der Fehling'schen Flüssigkeits- oder des Polari-

sationsapparates kann man das Filtrat von der Albuminbestimmung benützen.

Zur Extraction des Fettes in dem mit Gyps eingedampften Rückstande bedient man sich zweckmässig des hiezu von Soxhlet vorgeschlagenen Apparates, vermittelst dessen die Extraction in verhältnissmässig kurzer Zeit bewerkstelligt werden kann (Fig. 115). Das unten geschlossene Rohr *A* ist 35 Millimeter weit und 150 Millimeter hoch, am Boden desselben ist das 15 Millimeter weite und 105 Millimeter lange Rohr *B* angeschmolzen. Das Heberohr *D* ist 2 bis 3 Millimeter weit, steht mit dem unteren Theile von A in Verbindung und mündet in das Rohr *B* ein, welches letztere mit dem Aetherkölbchen verbunden wird, während der obere Theil von *A* mit einem Kühler in Verbindung steht. Das Rohr *C* führt die Aetherdämpfe durch *A* nach dem Kühler, von wo sie condensirt nach *A* zurückfliessen. Die zu extrahirende Substanz wird in eine Hülse von Filtrirpapier gefüllt, die 4 Millimeter enger wie die Röhre *A* ist, und die mit Hilfe eines Holzcylinders durch Umwickeln desselben mit dem Filtrirpapier leicht herzustellen ist. Die Hülse wird mit *A* auf einen Metall- oder Glasring gestellt und nur so hoch gemacht, dass der obere Rand derselben 3 Millimeter unter dem höchsten Punkte des Heberrohrs liegt, weil andernfalles derselbe Fett zurückhält. Damit der Aether nichts von der zu extrahirenden Substanz herausschlämmen kann, wird dieselbe oben mit Baumwolle lose bedeckt.

Fig. 115.



Fälschung der Milch.

Die Fälschung der Milch geschieht erfahrungsgemäss fast ausschliesslich in folgender Weise:

1. Durch Entrahmen wird der Milch ein mehr oder weniger grosser Theil ihrer Nährbestandtheile (Fett) entnommen. Die so behandelte Milch (Magermilch) wird mit unentrahmter (ganzer) Milch vermischt und das Gemenge als „frische ganze Milch" auf den Markt gebracht.

2. Die reine Milch wird vor ihrem Vertriebe mit Wasser verdünnt.

3. Ein oder mehrmals abgerahmte Magermilch wird schlechthin als „frische Milch" in den Handel gebracht.

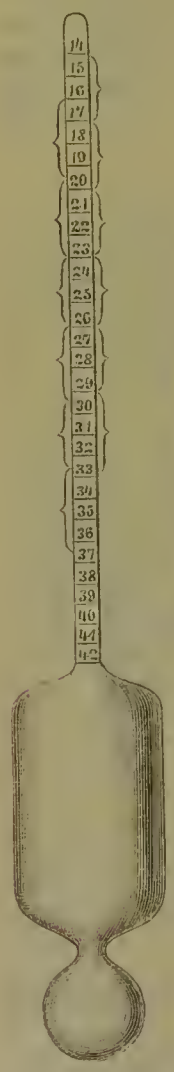
4. Milch wird erst dem Abrahmungsprocess unterworfen und nachträglich noch mit Wasser verdünnt. Diese Verdünnung wird vorgenommen, um das durch die Entrahmung erhöhte specifische Gewicht wieder auf das normale Mass zurückzuführen.

Andere weniger übliche Fälschungsarten gehen darauf hinaus, der durch besagte Manipulationen entwertheten oder sauer gewordenen Milch ihr ursprüngliches Aussehen oder ihren milden Geschmack wiederzugeben. So ist beobachtet worden, dass der abgerahmten

und gewässerten Milch, um ihre Durchsichtigkeit und Dünnflüssigkeit zu verringern, Zucker, Stärkekleister, rohe Stärke, Kreide, Gyps, Weizenmehl, Dextrin, Abkochungen von Kleie, Gerste, Reis oder auch Gummi zugeführt wurden.

Als häufig vorkommend können diese letztgenannten Manipulationen indess nicht angesehen werden, da dieselben vielen Beobachtern niemals entgegengetreten sind. Häufiger kommt es vor, dass sauer gewordene Milch mit kohlensaurem Natron oder Kreide versetzt wird, um sie zu entsäuern, oder dass man versucht, derselben durch Zusatz von schleimigen Substanzen ihre verlorene Consistenz wiederzugeben.*)

Fig. 116.



Alle diese Fälschungen sind weniger als Gesundheitsbeschädigungen, als vielmehr in Bezug darauf beachtenswerth, dass sie eine vorherige Werthverminderung zu verdecken bestimmt sind.

Marktpolizeiliche Prüfung der Milch auf etwa stattgefundene Fälschung.

a) Bestimmung des specifischen Gewichtes der Milch.

In gewissen Fällen kann die Feststellung des specifischen Gewichtes der Milch werthvolle Anhaltspunkte betreffs der oben erwähnten Milchfälschungen liefern.

Das specifische Gewicht des Milchzuckers ist 1·55, des Käsestoffes 1·20, beide sind sonach schwerer als Wasser; das Fett der Milch dagegen ist leichter. Je dünner und wässeriger die Milch ist, desto geringer wird im Allgemeinen ihr specifisches Gewicht sein, doch muss die Milch, da in ihr bei normaler Beschaffenheit die das specifische Gewicht erhöhenden Bestandtheile vorwiegen, ein höheres specifisches Gewicht als Wasser = 1 haben.

Zahlreiche Versuche haben nun ergeben, dass das specifische Gewicht einer ganzen (nicht abgerahmten) Milch, wenn sie das Gemisch der Milch verschiedener Kühe ist, wie das bei Marktmilch in der Regel der Fall, nur innerhalb enger Grenzen, nämlich zwischen 1·029 bis 1·034 variire. Das specifische Gewicht abgerahmter Milch fällt zwischen 1·032 bis 1·038.

Zur Bestimmung des specifischen Gewichtes der Milch wird häufig das Lactodensimeter von Quevenne benützt (Fig. 116). Es ist ein Aräometer, dessen Scala in Grade von 14° bis 42° eingetheilt ist. Die Grade geben zugleich das specifische Gewicht an und zwar in dem Sinne, dass z. B. 29° das specifische Gewicht 1·029, dass 35° = 1·035 u. s. f. andeutet. War während der Untersuchung der Milch ihre Temperatur 15° C., so bedarf es keiner Correctur,

*) Gesetz l. c. 105.

in jedem anderen Fall ist das abgelesene specifische Gewicht mit Hilfe der beigefügten Tabellen zu corrigiren. Die obere horizontale Reihe (8 bis 20) gibt die Wärmegrade der Milch, die erste verticale Reihe links (14 bis 35) die Lactodensimetergrade oder die Dichtigkeit an. Ist z. B. das Lactodensimeter bis zum Grade 33 eingesunken und war die Temperatur der Milch = 13° C., so ist das specifische Gewicht bei Normaltemperatur zu finden, indem man in der ersten Verticalreihe links die Zahl 33 aufsucht, von da nach rechts so lange fortschreitet, bis man zu jener Columne gelangt, deren Kopf 13 ist. Die gefundene Zahl ist für diesen Fall 32·6 = Dichtigkeit der Milch bei der Normaltemperatur von 15° C.

Correctionstabelle für ganze (nicht abgerahmte) Milch.

Wärmegrade der Milch.

D	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
14	13·2	13·3	13·4	13·5	13·6	13·7	13·8	14	14·1	14·2	14·4	14·6	14·8
15	14·2	14·3	14·4	14·5	14·6	14·7	14·8	15	15·1	15·2	15·4	15·6	15·8
16	15·2	15·3	15·4	15·5	15·6	15·7	15·8	16	16·1	16·3	16·5	16·7	16·9
17	16·2	16·3	16·4	16·5	16·6	16·7	16·8	17	17·1	17·3	17·5	17·7	17·9
18	17·2	17·3	17·4	17·5	17·6	17·7	17·8	18	18·1	18·3	18·5	18·7	18·9
19	18·2	18·3	18·4	18·5	18·6	18·7	18·8	19	19·1	19·3	19·5	19·7	19·9
20	19·1	19·2	19·3	19·4	19·5	19·6	19·8	20	20·1	20·3	20·5	20·7	20·9
21	20·1	20·2	20·3	20·4	20·5	20·6	20·8	21	21·2	21·4	21·6	21·8	22
22	21·1	21·2	21·3	21·4	21·5	21·6	21·8	22	22·2	22·4	22·6	22·8	23
23	22·1	22·2	22·3	22·4	22·5	22·6	22·8	23	23·3	23·4	23·6	23·8	24
24	23·1	23·2	23·3	23·4	23·5	23·6	23·8	24	24·2	24·4	24·6	24·8	25
25	24	24·1	24 2	24·3	24·5	24·6	24·8	25	25·2	25·4	25·6	25·8	26
26	25	25·1	25·2	25·3	25·5	25·6	25·8	26	26·2	26·4	26·6	26·9	27·1
27	26	26·1	26·2	26·3	26·5	26·6	26·8	27	27·2	27·4	27·6	27·9	28·2
28	26.9	27	27·1	27·2	27·4	27·6	27·8	28	28·2	28·4	28·6	28·8	29·2
29	27·8	27·9	28·1	28·2	28·4	28·6	28·8	29	29·2	29·4	29·6	29·9	30·2
30	28·7	28·8	29	29·2	29·4	29·6	29·8	30	30·2	30·4	30·6	30·9	31·2
31	29·7	29·8	30	30·2	30·4	30·6	30·8	31	31·2	31·4	31·7	32	32·3
32	30·6	30·8	31	31·2	31·4	31·6	31·8	32	32·2	32·4	32·7	33	33·3
33	31·6	31·8	32	32·2	32·4	32·6	32·8	33	33·2	33·4	33·7	34	34·3
34	32·5	32·7	32·9	33·1	33·3	33·5	33·8	34	34·2	34·4	34·7	35	35·3
35	33·4	33·6	33·8	34	34·2	34·4	34·7	35	35·2	35·4	35·7	36	36·3

Correctionstabelle für abgerahmte (blaue) Milch.

Wärmegrade der Milch.

D	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
18	17·3	17·4	17·5	17·6	17·7	17·8	17 9	18	18·1	18·2	18·4	18·6	18·8
19	18·3	18·4	18·5	18 6	18·7	18·7	18·9	19	19·1	19·2	19·4	19 6	19·8
20	19·3	19·4	19·5	19·6	19·7	19·8	19·9	20	20·1	20·2	20·4	20·6	20·8
21	20·3	20·4	20·5	20·6	20·7	20·8	20 9	21	21·1	21·2	21·4	21·6	21·8
22	21·3	21·4	21·5	21·6	21·7	21·8	21·9	22	22·1	22·2	22·4	22·6	22·8
23	22·3	22·4	22·5	22·6	22·7	22·8	22·9	23	23·1	23·2	23·4	23·6	23·8
24	23·2	23·3	23·4	23·5	23·6	23·7	23·9	24	24·1	24·2	24·4	24·6	24·8
25	24·1	24·2	24·3	24·4	24·5	24·6	24·8	25	25·1	25·2	25·4	25·6	25·8
26	25·1	25·2	25·3	25·4	25·5	25·6	25·8	26	26·1	26·3	26·5	26·7	26·9
27	26·1	26·2	26·3	26·4	26·5	26·6	26·8	27	27·1	27·3	27·5	27·7	27·9
28	27·1	27·2	27·3	27·4	27·5	9·47	27·8	28	28·1	28·3	28·5	28·7	28·9

Correctionstabelle für abgerahmte (blaue) Milch.

Wärmegrade der Milch.

D	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
29	28·1	28·2	28·3	28·4	28·5	28·6	28·8	29	29·1	29·3	29·5	29·7	29·9
30	29·1	29·2	29·3	29·4	29·5	29·6	29·8	30	30·1	30·3	30·5	30·7	30·9
31	30·1	30·2	30·3	30·4	30·5	30·6	30·8	31	31·2	31·4	31·6	31·8	32
32	31·1	31·2	31·3	31·4	31·5	31·6	31·8	32	32·2	32·4	32·6	32·8	33
33	32·1	32·2	32·3	32·4	32·5	32·6	32·8	33	33·2	33·4	33·6	33·8	34
34	33·1	33·2	33·3	33·4	33·5	33·6	33·8	34	34·2	34·4	34·6	34·8	35
35	34	34·1	34·2	34·3	34·4	33·6	34·8	35	35·2	35·4	35·6	35·8	36
36	35	35·1	35·2	35·3	35·4	35·6	35·8	36	36·2	36·4	36·6	36·9	37·1
37	36	36·1	36·2	36·3	36·4	36·6	36·8	37	37·2	37·4	37·6	37·9	38·2
38	37	37·1	37·2	37·3	37·4	37·6	37·8	38	38·2	38·4	38·6	38·9	39·2
39	37·9	38	38·2	38·3	38·4	38·6	38·8	39	39·2	39·4	39·6	39·9	40·2
40	38·8	38·9	39·1	39·2	39·4	39·6	39·8	40	40·2	40·4	40·6	40·9	41·2

Welche Schlussfolgerungen sich aus der Ermittlung des specifischen Gewichtes einer Milch ziehen lassen, wird aus folgenden von Vieth angeführten Beispielen deutlich.

Sobald zu der Milch ein irgend bedeutender Wasserzusatz gemacht worden ist, wird das specifische Gewicht derselben unter die normale Grenze herabsinken und zwar bei gleichem Wasserzusatz natürlich um so mehr, je niedriger das specifische Gewicht der reinen Milch war; bei einer Milch mit hohem specifischen Gewicht kann ein geringer Wasserzusatz freilich auch unbemerkt bleiben. Es lässt sich das leicht rechnerisch nachweisen. Bekanntlich bezeichnet man als specifisches Gewicht eines (festen oder flüssigen) Körpers die Zahl, welche das Verhältniss des absoluten Gewichtes eines bestimmten Volumens des betreffenden Körpers zu dem absoluten Gewicht eines gleichen Volumens Wasser angibt. Wiegt also ein Liter = 1000 Cubik-Centimeter Wasser 1000 Gramm und ein Liter = 1000 Cubik-Centimeter Milch 1029 Gramm, so verhalten sich beide Gewichte wie 1 : 1·029, das specifische Gewicht der Milch ist 1·029. Setzt man 10% = 100 Cubik-Centimer Wasser zu, so gestaltet sich das Gewichtsverhältniss wie 1100 : 1129 oder wie 1 : 1·0264 d. h. eine so verwässerte Milch würde jetzt ein specifisches Gewicht von 1·0364 zeigen. War aber das specifische Gewicht der reinen Milch 1·033 und versetzt man diese mit 10% Wasser, so finden wir 1100 : 1133 wie 1 : 1·030, die Milch würde also auch jetzt noch ein innerhalb der normalen Grenzen liegendes specifisches Gewicht zeigen, und erst bei einem Wasserzusatz von 15% würde dasselbe unter 1·029 sinken, denn es verhält sich 1150 : 1183 wie 1 : 1·0287.

Der umgekehrte Fall, ein Steigen des specifischen Gewichtes tritt dagegen ein, wenn man der Milch durch Abrahmen ihren leichtesten Bestandtheil, das Fett, zum Theil entzieht. Nehmen wir an, wir hätten Milch vom specifischen Gewicht 1·031 und dieselbe enthielte im Liter 35 Gramm Butterfett, welches ein specifisches Gewicht von 0·92 besitzt und demnach wenig über 38 Cubik-Centimeter Raum einnimmt, so können wir mit Hilfe dieser Zahlen leicht das specifische Gewicht des Milchserums berechnen. Von 1000 Cubik-

Centimeter Milch im Gewicht von 1031 Gramm gehen ab 38 Cubik-Centimeter Fett im Gewicht von 35 Gramm, es wiegen also 962 Cubik-Centimeter Milchserum 996 Gramm, oder das specifische Gewicht desselben beträgt 1·0353. Entziehen wir der Milch 2% Fett in 10 Volumprocenten Rahm, so behalten wir von 1000 Cubik-Centimetern zurück 900 Cubik-Centimeter, enthaltend 15 Gramm Fett oder 883·7 Cubik-Centimeter Milchserum im Gewicht von 915 Gramm und 16·3 Cubik-Centimeter Fett im Gewicht von 15 Gramm. Das specifische Gewicht der abgerahmten Milch berechnet sich also aus den Zahlen 883·7 + 16·3 : 915 + 15 = 900 : 930 zu 1·0333.

Man sieht, dass das specifische Gewicht der Milch durch die Entfernung von 2% Fett allerdings um 0·0023 gestiegen ist, sich aber doch über die normale Grenze so wenig erhoben hat, dass es nicht allein einer genauen Beobachtung bedarf, um diese Ueberschreitung der Grenze festzustellen, sondern dass diese Uebersehreitung auch eine zu geringe ist, als dass man darauf hin allein die Anklage auf Verfälschung der Milch erheben könnte. Hätte die Milch ein specifisches Gewicht von 1·032 gehabt, und wären alle übrigen Umstände dieselben geblieben, so würde das specifische Gewicht der abgerahmten Milch 1·0344 betragen und sehr deutlich auf die vorgenommene Operation hingewiesen haben, bei einem specifischen Gewicht der ganzen Milch von 1·030 oder gar 1·029, dagegen würde das specifische Gewicht nach der Entrahmung innerhalb der normalen Grenzen gefunden worden sein.

Ist es also unter gewissen Voraussetzungen möglich, durch die Ermittlung des specifischen Gewichts den Nachweis zu führen, dass eine Milch entrahmt worden ist, so lässt sich eine Entrahmung und vorsichtige Verwässerung der Milch mit Hilfe des Lactodensimeters ebensowenig wie bei Anwendung irgend einer Milchwage nachweisen. Man braucht nur für je ein Procent Fett, welches man der Milch im Rahm entzogen hat, vier Procent Wasser zuzusetzen, um das ursprüngliche specifische Gewicht wieder herzustellen, wie man aus den oben durchgeführten Berechnungen leicht ersehen kann. Um in den angeführten Fällen den Nachweis der Fälschung liefern zu können, bedarf das Lactodensimeter der Unterstützung solcher Instrumente, welche den Fettgehalt der Milch anzeigen.*)

b) Fettbestimmung mittelst des Cremometers.

Zur Fettbestimmung der Milch hat man mehrere Apparate, davon sind die wichtigsten und für marktpolizeiliche Zwecke empfehlenswerthesten:

a) Das Cremometer.

Ebenso alt wie der Gebrauch der Milch als Nahrungsmittel dürfte auch die Erkenntniss sein, dass sich dieselbe beim Stehen in einem Gefässe sehr bald in zwei Schichten, eine schwache obere und eine beiweitem stärkere untere sondert. Die obere Schicht besteht grösstentheils aus dem werthvollen Butterfett, aus dessen

*) Vieth, l. c. 16.

Volum man auf den Fettgehalt der Milch schliesst. Man fertigt deshalb Gläser an, welche es gestatten, die Rahmschicht, welche in ihnen aufgestellte Milch abgesondert hat, bequem nach Volumprocenten zu bestimmen.

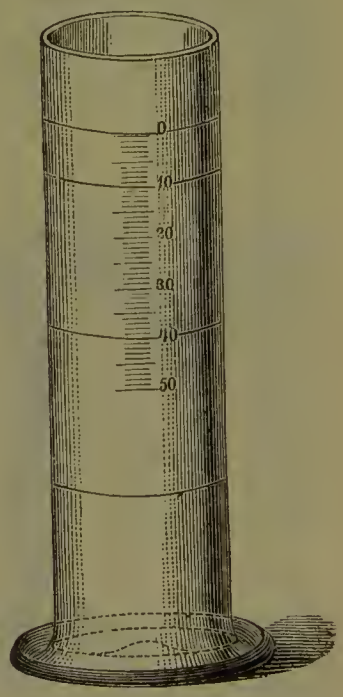
Man ging bei der Construction der Rahmmesser von der Annahme aus, dass Milch von gleichem Fettgehalt, in einem passenden Gefäss und unter gleichen Bedingungen aufgestellt, auch sehr annähernd gleiche Mengen von Fett in gleichen Volumprocenten Rahm oder mit anderen Worten, gleiche Volumina Rahm von gleichem Fettgehalt ausscheide. Da das Fett, wie schon erwähnt, zu den werthvollsten Bestandtheilen der Milch gehört, würde die Methode der Prüfung der Milch durch Messen des Rahms, wenn die ausgesprochene Annahme richtig wäre, eine höchst schätzbare sein, wenn auch die Resultate der Prüfung nicht sehr schnell erhalten werden können, da zur Abscheidung des Rahms eine Zeitdauer von zwölf und mehr Stunden nöthig ist. Da aber die Fettabsonderung als Rahm von verschiedenen Verhältnissen, deren willkürliche Aenderung uns nicht für alle Fälle zu Gebote steht, stark beeinflusst wird, so muss die Rahmmessung als Milchprüfungsmittel bedeutend an Werth verlieren. Die Verhältnisse, welche die Quantität und die Qualität des abgesonderten Rahmes beeinflussen, hängen von der grösseren oder geringeren Weite des Cylinders, von der Temperatur und von der Grösse der in jeder Milch verschiedenen Butterkügelchen ab; andererseits aber setzt auch eine mit Wasser vermischte Milch verhältnissmässig mehr Rahm ab, als die gleiche reine Milch, weil die Butterkügelchen in der wässerigen Milch leichter in die Höhe steigen können als in der specifisch schwereren. Lassen sich auch einige auf die Rahmabsonderung einwirkende Verhältnisse durch Vorsicht beim Versuche, namentlich durch Wahl stets gleich construirter Gefässe und gleich hohe Füllung derselben, durch Regelung der Temperatur im Arbeitsraume durch Einhaltung einer bestimmten Zeit, während welcher die Milch zum Zwecke der Rahmbildung stehen gelassen wird u. s. w., theilweise paralysiren, so können doch nicht alle auf die Rahmmenge Bezug habenden Einflüsse genügend beachtet werden und die Methode bleibt ungenau, abgesehen davon, dass sie für marktpolizeiliche Zwecke zu zeitraubend ist.

Das Cremometer von Chevalier (Fig. 117) besteht aus einem cylindrischen Glasgefäss, welches unten mit einem Fuss versehen ist und eine Höhe von etwa 20 Centimeter, eine lichte Weite von 4 Centimeter hat. Die mit Farbe aufgezeichnete und eingebrannte Scala fängt in einer Höhe von 15 Centimeter an; der Raum bis zum Boden des Gefässes ist in hundert Grade eingetheilt, die jedoch nur bis zum fünfzigsten aufgetragen sind, und zwar so, dass jeder fünfte Grad etwas verlängert, jeder zehnte mit der zugehörigen Zahl versehen ist. Der ganze graduirte Raum soll 160 Cubik-Centimeter fassen.

Zum Gebrauche füllt man das Instrument bis zum obersten, mit 0 bezeichneten Striche mit der betreffenden Milch. Um die Bildung von Schaum, durch welchen ein genaues Einstellen der Milch

verhindert wird, zu vermeiden, ist es nothwendig, die Milch an der Gefässwandung hinabfliessen zu lassen. Man lässt das Cremometer nun in einem Raume von mittlerer Temperatur stehen und liest nach vierundzwanzig Stunden ab, wieviel Procente Rahm sich abgesetzt haben. War die Milch beim Einfüllen sehr warm gewesen, so wird sie sich bei der Abkühlung im Rahmmesser zusammengezogen haben und nun nicht mehr bis zum 0-Striche der Scala stehen. Es ist in solchem Falle nothwendig, die nach oben fehlenden Procente von den direct abgelesenen Rahmprocenten abzuziehen. Stände also z. B. die Milch beim Ablesen nicht mehr bis zum obersten, sondern nur noch bis zum zweiten Striche, fehlte also an der ganzen Menge Ein Procent, und stände der Rahm bis zum Strich 10, so würde man nicht 10, sondern nur 9% Rahm als gefunden zu verzeichnen haben.

Fig. 117.



Eine unabgerahmte (ganze) Milch gibt 10 bis 14% Rahm, halbabgerahmte Milch 7—8%. Der Rahmmesser zeigt also nur an, ob man es mit ganzer oder theilweise abgerahmter Milch zu thun hat. Ob ein etwa gefundener geringerer Rahmgehalt durch theilweise Abrahmung oder durch Wasserzusatz oder durch beides zugleich erzielt worden ist, darüber erhält man erst Gewissheit, wenn man das specifische Gewicht der unterhalb der Rahmschicht angesammelten, sogenannten blauen Milch bestimmt.

Zu diesem Zwecke hebt man die Rahmschicht von der Milch mit einem Löffelchen ab, oder kürzer, man schiebt einen kleinen Gummischlauch vorsichtig durch die Rahmschicht bis auf den Boden des Cylinders und saugt die Milch unter der Rahmschichte in einen andern Cylinder ab.

Neuester Zeit kommen auch Rahmmesser in den Handel, die am Boden eine Oeffnung zum Ablassen der blauen Milch haben.

Die so erhaltene blaue Milch wird nun nochmals bei der Normaltemperatur von 15° C. mit dem Lactodensimeter auf ihr specifisches Gewicht untersucht und gibt durch die Grade an, ob und wieviel Wasser, oder ob abgerahmte Milch dazu gekommen ist. Es muss bemerkt werden, dass ganz unverfälschte blaue Milch $2^1/_2$ bis $3^1/_2$ Grade mehr zieht, als die ursprüngliche, also zwischen 32·5 bis 36·5 Grade; niedere Grade beweisen Wasserzusatz. Treffen die Grade 32·5 bis 36·5 zu, war aber der Rahmgehalt unter 10%, so ist abgerahmte Milch dazu gekommen, welche natürlich ebenso schwer ist, wie die gewogene blaue Milch.

Unverfälschte, halbabgerahmte Milch zieht blau nur $1^1/_2$ bis 2 Grade mehr als die ursprüngliche, also anstatt 31·5 bis 34, jetzt

33 bis 35·5 Grade; sind diese Grade richtig, war aber der Rahmgehalt unter 7 oder gar unter 6%, so beweist dies Zusatz von ganz abgerahmter Milch; sind die Grade der blauen Milch mit denen der ursprünglichen Halbmilch aber fast gleich (ein Grad Differenz und weniger), so ist Wasser dazu gekommen.

Zur Bestimmung des Rahms dient statt des Cremometers auch die sogenannte Krocker'sche Milchglocke (Fig. 118). Sie besteht aus einem flachen, nach unten trichterförmig ausgezogenen und hier mit einem langgestielten Glasstöpsel versehenen Gefässe, welches mit einer Glasplatte bedeckt und in ein passendes Stativ eingehängt wird (letzteres ist in der Regel zur gleichzeitigen Aufnahme von drei Milchglocken eingerichtet. Man giesst in dieses Gefäss aus einem graduirten Cylinder (Fig. 119) 100 Cubik-Centimeter Milch und lässt nach erfolgter Aufrahmung die unter der Rahmschicht stehende Milch in den Cylinder zurückfliessen. Wenn man schliesslich den Abfluss nur tropfenweise vor sich gehen lässt, so gelingt es leicht, den in der Glocke zurückbleibenden Rahm scharf von der Milch zu trennen. Das Volumen der letzteren wird im Cylinder gemessen, was an 100 fehlt, ist Rahm.

Fig. 118.

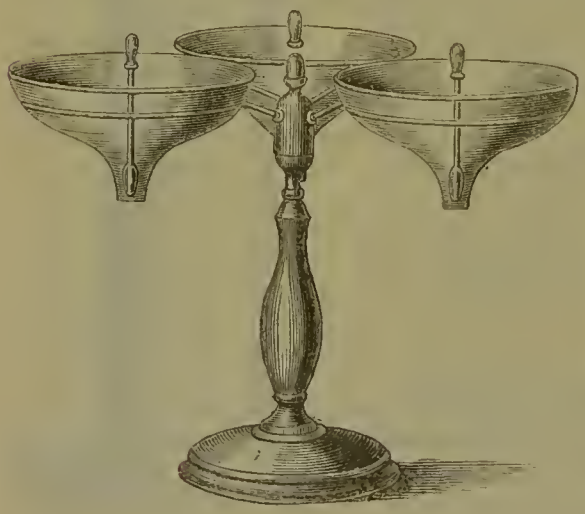


Fig. 119.

c) Fettbestimmung mittelst optischer Instrumente.

Die Milch enthält ihr Fett in Form sehr kleiner Tröpfchen, die in ihr emulsionsartig vertheilt sind. Ein Lichtstrahl, welcher in eine Emulsion einfällt wird da, wo er auf ein Fetttröpfchen trifft, eine Ablenkung erfahren, welche beim Auftreffen auf ein jedes weitere Fetttröpfchen zunimmt, so dass er, wenn ihm eine genügende Anzahl von Fetttröpfchen im Wege stehen, so vollkommen abgelenkt wird, dass er die Flüssigkeit nicht mehr durchdringen kann und dieselbe undurchsichtig erscheint. Die Undurchsichtigkeit einer Emulsion wird um so vollkommener sein, je mehr Fettkügelchen vorhanden sind, sie wird also bei der Milch mit der Dicke der Schichte oder in einer Schichte von bestimmter Dicke mit der Zahl der darin vorhandenen Fettkügelchen zunehmen.

Es ist also als Thatsache anzusehen, dass mit der Zahl der in der Milch vorhandenen Fettkügelchen die Undurchsichtigkeit derselben zunimmt. Die Zahl der Fettkügelchen geht aber nicht in allen Fällen parallel mit dem Fettgehalt. Wäre das der Fall, so besässen wir in der Bestimmung des Undurchsichtigkeitsgrades eine

Fettbestimmungsmethode und ein Prüfungsmittel für Milch, welches von ausserordentlicher Wichtigkeit wäre und die grösste Beachtung verdiente. Leider hat es sich aber gezeigt, dass die in der Milch vorhandenen Butterkügelchen sehr verschiedene Grössen haben und dass das gegenseitige Verhältniss zwischen der Anzahl grösserer und kleinerer Kügelchen in jeder Milch ein verschiedenes, demnach sehr wechselndes ist. Zwei Milchsorten von gleichem Fettgehalt werden aber nur dann bei gleich dicker Schicht absolut dieselbe Undurchsichtigkeit zeigen, wenn sie in einem gegebenen Raum die gleiche Anzahl von Butterkügelchen der verschiedenen Grösse enthalten. Das dürfte wahrscheinlich nie, jedenfalls nur äusserst selten und rein zufällig der Fall sein.

Ausser dieser Unsicherheit, welche das Princip der optischen Fettbestimmungs-Methoden an sich trägt, kommen bei Ausführung derselben noch weitere Momente in Betracht, welche geeignet sind, die Sicherheit der erlangten Resultate zu beeinträchtigen. Während an die manipuelle Geschicklichkeit bei Ausführung der optischen Proben zum Theil recht geringe, in keinem Falle so hohe Ansprüche gestellt werden, dass denselben nicht von jeder einigermassen geschickten Person genügt werden könnte, wird von dem Auge eine grosse Sicherheit in der Beurtheilung grösserer oder geringerer Durchsichtigkeit verlangt. Nun ist aber das Auge ein Organ, dessen Empfindlichkeit gegen Lichteindrücke selbst bei Personen, welche mit recht guter Sehkraft begabt sind, sehr verschieden sein kann. Es hängt daher die Richtigkeit des erlangten Resultates nicht allein von der Construction des Apparates und von der sorgfältigen Ausführung der Probe, sondern auch von der Empfindlichkeit des Auges des Beobachters ab, und es werden bei gleicher Milch die von verschiedenen Personen erlangten Resultate verschieden sein, wenn die Empfindlichkeit der Augen gegen Lichteindrücke eine verschiedene ist. Weiter wird auch für ein und dasselbe Auge die Lichtempfindlichkeit eine wechselnde sein, je nach der grösseren oder geringeren Helligkeit des Ortes, an dem die Probe ausgeführt wird; anders bei Sonnenschein als bei trübem Wetter, anders bei Tageslicht als bei künstlicher Beleuchtung, anders wenn die Lichtstrahlen von allen Seiten das Auge treffen können, als wenn sie nur von einer Seite, vielleicht nur durch die zu beobachtende Milchschicht einfallen.*)

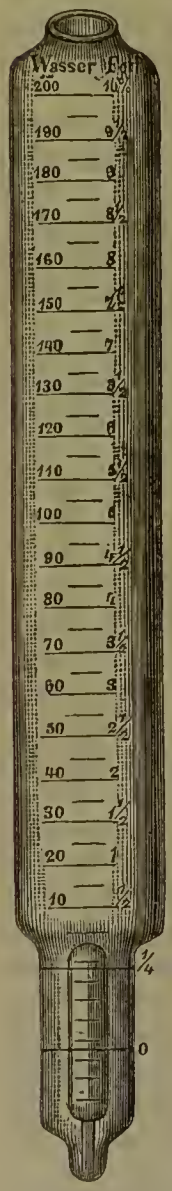
Unter den vielen zu diesem Zwecke construirten Apparaten werden die früher gebräuchlichen (von Donné, Vogel, Hager) an Einfachheit der Anwendung und Zuverlässigkeit des Resultates übertroffen durch das sogenannte Lactoskop von Feser.

Eine farblose Glasröhre (Fig. 120) enthält in ihrem unteren verengten Theile einen festgestellten Milchglascylinder, der von der gegenüberliegenden durchsichtigen Wand des äusseren Glasmantels seiner ganzen Höhe und Breite nach 4·75 Millimeter weit entfernt ist und auf einer der Glaswand zugewendeten Fläche mehrere

*) Vieth l. c. 49.

schwarze gleichmässig starke Querlinien in bestimmter Entfernung eingebrannt enthält. Die den Milchglascylinder umgebende Glasröhre trägt eine eingebrannte Scala, welche den zur Ausführung der Probe erforderlichen Milchzusatz — bis zum Nullpunkt — angibt. Die Milchmenge beträgt für den zur Milchcontrole bestimmten Apparat genau 4 Cubik-Centimeter. An der linken Seite der Graduirung ist eine Eintheilung in Cubik-Centimeter für die Messung des zur Endigung der Probe nöthig gewesenen Wasserzusatzes angebracht und die Zahlen an der rechten Seite der Scala zeigen die aus dem Wasserverbrauch berechneten Fettprocente der untersuchten Milch an. Zur Prüfung einer Milch werden in eine beigegebene Vollpipette (Fig. 121) 4 Cubik-Centimeter von der vorher gut gemischten Milch bis zur Marke eingesaugt und darauf in's Innere des Apparates aus der Pipette abtropfen gelassen. Die letzten Tropfen bläst man noch vollständig hinunter. Die Milch reicht dann ganz genau bis zum Nullpunkt der Scala.

Fig. 120.



In den mit der linken Hand aufrecht gehaltenen Apparat kommt hierauf aus einem mit der anderen Hand gehaltenen Gefässe in kleinen Absätzen und unter beständigem Umschütteln so lange gewöhnliches Brunnenwasser, bis die dunklen Linien des Milchglascylinders gerade deutlich sichtbar werden und abgezählt werden können. Damit ist die Prüfung schon beendet. An der Scala des Apparates ersieht man nämlich unmittelbar den zur Ausführung der Probe nöthig gewesenen Wasserzusatz und diesem entsprechend am Niveau der Flüssigkeit gleichzeitig die Fettprocente für die der Untersuchung unterworfene Milch. Hat man z. B. 70 Cubik-Centimeter Wasser gebraucht, um mit den angewandten 4 Cubik-Centimetern Milch eine für die von der Glaswand entfernten schwarzen Linien durchsichtige Mischungsschicht herzustellen, so hatte die Milch 3·5% Butter- oder Fettgehalt. In etwa zwei Minuten ist so der Fettgehalt einer Milch ohne jede besondere Fertigkeit von jedem Laien ziemlich richtig zu ermitteln. Die Genauigkeit ist, wie Feser meint, für die Markteontrole völlig ausreichend.

Fig. 121.

Gerber, der das Feser'sche Lactoskop einer Prüfung unterzog, fand Feser's Angaben, dass die Differenz in den ermittelten Fettproeenten der ehemischen Analyse gegenüber nicht mehr als 0·5% betrage, bestätigt. Er gibt auch an, dass die Prüfung, von versehiedenen Personen und bei verschiedener Beleuchtung ausgeführt, nie eine grössere Differenz als 0·25% gebe. Bei vier Milchproben erhielt Gerber folgende Resultate.

Versuch	Procentischer Fettgehalt		Nach Feser mehr oder weniger gefunden.
	nach der Analyse	nach Feser	
1	3·53	3·00 bis 3·50	— 0·53 bis — 0·03
2	3·38	3·25 bis 3·50	— 0·13 bis + 0·12
3	4·02	4·00 bis 4·50	— 0·02 bis + 0·48
4	1·76	2·00 bis 2·25	+ 0·24 bis + 0·49

Aus alledem, was über die Prüfung der Milch auf optischem Wege im Allgemeinen gesagt worden ist, geht zur Genüge hervor, dass eine sichere Bestimmung des procentischen Fettgehaltes auf diesem Wege absolut unmöglich ist, und es wird die Wahrheit dieses Satzes auch in vollem Umfange durch die bei Anwendung der verschiedenen optischen Milchprüfungsinstrumente zur Fettbestimmung erlangten Resultate bestätigt. Man muss daher das Ziel, welches mit Hilfe der meisten der aufgeführten Instrumente erreicht werden soll, als ein zu hohes, weil unerreichbares, bezeichnen. Mit bescheideneren Versprechungen tritt ein weiteres optisches Milchprüfungsinstrument auf, der Heusner'sche Milchspiegel, der, den absoluten Fettgehalt ganz bei Seite lassend, bei seinem Gebrauche nur die Bildung eines Urtheils darüber, ob man es mit einer normalen oder mit einer verfälschten Milch zu thun hat, ermöglichen will.

Fig. 122.

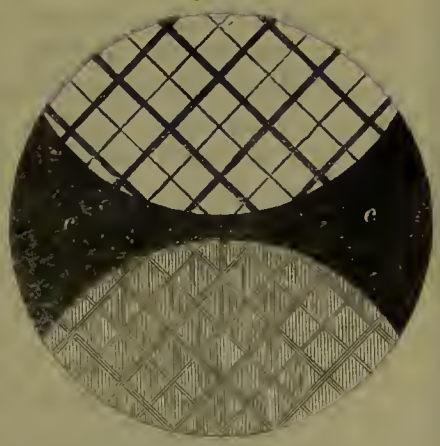
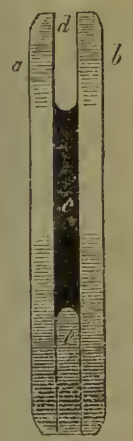


Fig. 123.



Das Instrument, welches in Fig. 122 von vorn und in Fig. 123 von der Seite gesehen abgebildet ist, besteht aus zwei runden Glasscheiben *a*, *b* mit einem Durchmesser von 4·5 Centimeter, welche auf ein zwischenliegendes Metallstück *c* so aufgekittet sind, dass sie einen durch das Metallstück in zwei Hälften getheilten Spalt *d* von etwas über 1 Millimeter Weite zwischen sich lassen. Die eine Hälfte dieses Spaltes ist mit einer kleinen Milchglasplatte ausgefüllt, welche den Farbenton und den Durchsichtigkeitsgrad einer Schichte normaler Kuhmilch von gleicher Dicke zeigt. Auf der inneren Seite der einen Glasplatte ist ein aus schwächeren und stärkeren schwarzen Linien gebildetes Netzwerk eingebrannt, und um den Rand des Apparates ist ein Gummiring umgelegt, welcher den offenen Theil des Spaltes abschliesst.

Zum Gebrauch taucht man das Instrument mit dem leeren Spalt nach oben gekehrt, in die zu prüfende Milch unter, lüftet, damit sich der Spalt mit Milch anfüllt, den Gummiring etwas, lässt ihn wieder los, um den Verschluss zu bewirken und hebt das Instrument aus der Milch heraus. Nach dem Abtrocknen hält man das Instrument gegen das Helle und fasst durch die Milch hindurch die erwähnten

schwarzen Linien in's Auge. Lässt die untersuchte Milch dieselben deutlicher und schärfer durchschimmern, als die als Normalmilch fungirende Milchglasplatte, so hat sie eine derjenigen Fälschungen erfahren, durch welche der Fettgehalt vermindert worden ist*).

Diesem Instrumente wird ein getheilter Beifall gespendet. Damit gemachte Versuche lehren, dass Milch, die etwa 3·5% Fett enthielt, nach Verdünnung mit 10% Wasser keine solche Vermehrung in der Durchsichtigkeit bei Prüfung mit dem Heusner'schen Apparat wahrnehmen liess, dass man auf Grund der hiebei wahrnehmbaren Beobachtung die Milch verdächtigen könnte.

Fig. 124.

d) Fettbestimmung mittelst des Lactobutyrometers.

Genauer als mit den optischen Prüfungsmethoden lässt sich das Fett mit dem Lactobutyrometer bestimmen. Dieses Instrument gründet sich auf folgendes Prinzip.

Wenn man Milch nach Zusatz einiger Tropfen von Kali- oder Natronlauge mit Aether durchschüttelt, so nimmt der letztere das Milchfett auf. Aus dieser Lösung wird das Fett zum grössten Theil wieder abgeschieden, wenn man sie mit Weingeist vermischt, und zwar in Form einer ganz concentrirten ätherischen Lösung. Letztere sammelt sich als durchsichtige Oelschicht auf der Oberfläche der Flüssigkeit an; aus ihrem Volumen kann unter Zuhilfenahme einiger Correctionen die Menge des vorhandenen Fettes berechnet werden.

Auf diesem Verhalten des Milchfettes beruht die Bestimmung desselben mittelst des von Marchand construirten Lactobutyrometers. (Fig. 124.) Dasselbe besteht aus einer 10—11 Millimeter weiten Glasröhre, welche an einem Ende geschlossen ist und ungefähr 40 Cubik-Centimeter fasst. Vom geschlossenen Ende ab sind auf derselben drei gleiche Theile, jeder zu 10 Cubik-Centimeter, abgetheilt, die oberste, der Oeffnung nächste dieser Abtheilungen ist in Cubik-Centimeter und die obersten 4 oder 5 Cubik-Centimeter sind in Zehntel getheilt.

Man gebraucht das Instrument in folgender Weise: Man füllt es bis zum ersten Theilstriche mit der zu untersuchenden Milch, fügt nach Zusatz von 2 oder 3 Tropfen Natronlauge Aether bis zum zweiten Theilstrich hinzu, verschliesst die Oeffnung der Röhre mit dem Finger oder mit einem Korkstöpsel und schüttelt tüchtig durch. Dann füllt man die Röhre bis zum dritten Theilstrich mit Wein-

*) Veit l. c. 71.

geist von 80 bis 90 Volumenprocenten, schüttelt noch einmal um und stellt sie nun in ein Gefäss mit warmem Wasser (von circa 40° C.). Man wartet, bis die auf der Oberfläche sich ansammelnde Oelschicht sich nicht weiter vermehrt und liest dann an der Theilung das Volumen derselben ab.

Es lässt sich aus diesem Volumen das Gewicht des vorhandenen Fettes in Gramm berechnen: man multiplicirt die Anzahl der gefundenen Cubik-Centimeter mit 0·233 und addirt zum Product 0·126 hinzu. Nach Marchand enthält nämlich 1 Cubik-Centimeter der Oelschicht 0·233 Gramm Fett.

Wie bereits angedeutet wurde, scheidet sich das in die ätherische Lösung gegangene Fett nach dem Vermischen derselben mit Weingeist nur zum Theil ab, während ein anderer Theil in der Aether-Weingeist-Mischung gelöst bleibt.

Marchand fand, dass die letztere Menge constant sei und für 10 Cubik-Centimeter Milch (d. h. für die zu jeder Bestimmung in Anwendung kommende Quantität) 0·126 Gramm betrage; dieses Quantum muss man also dem aus dem Volumen der Oelschicht berechneten Fett hinzuzählen.

Nach Schmidt und Tollens erfolgt die Abscheidung des Fettes durch Alkohol von 80 bis 90% nicht so gut, als durch einen stärkeren Alkohol von 92%. Weiter wurde beobachtet, dass die Temperatur bei der man die Ausdehnung der Oelschicht bestimmte, von grossem Einfluss auf die Resultate sei: je wärmer die Röhre ist, um so mehr Fett bleibt in der Mischung, ja die Fettschicht kann sogar unter Umständen ganz verschwinden. Es ist deshalb nöthig, nach dem Erwärmen auf 40° vor dem Ablesen der Fettschicht den Apparat in 20° warmes Wasser zu tauchen und bis zu dieser Temperatur abzukühlen. Ausserdem ergab sich, dass nach der von Marchand angegebenen Berechnungsweise bei normaler Milch 0·6% Fett zu viel und bei Rahm sogar bis 8% Fett zu wenig gefunden wurde, gegenüber den analytischen Fettbestimmungen. Schmidt und Tollens haben deshalb Formeln aufgestellt, nach denen man aus den Zehntel-Cubik-Centimetern der Fettschicht (a), welche sich aus 10 Cubik-Centimeter Milch ergeben, den Fettgehalt in 100 Cubik-Centimeter Milch (P) und daraus mit Hilfe des specifischen Gewichts Milch den Procentgehalt derselben an Fett berechnen kann.

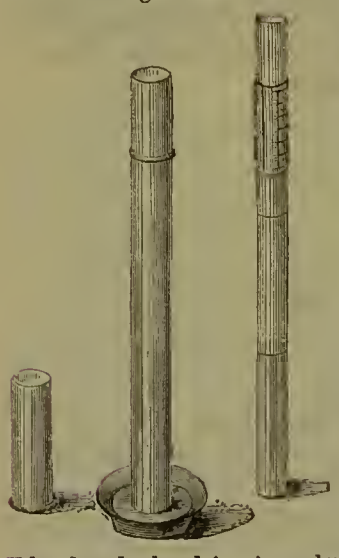
Für	1	bis	4·3	Gr.	in	100	C.-Ctm.	ist	P	=	a	×	0·204	+ 1·135
„	4·3	„	5	„	„	100	„	„	P	=	a	×	0·216	+ 1·135
„	5	„	6	„	„	100	„	„	P	=	a	×	0·354	— 1·420
„	6	„	8	„	„	100	„	„	P	=	a	×	0·496	— 4·400
„	8	„	21	„	„	100	„	„	P	=	a	×	0·497	— 4·360

Verbessert wurde das Lactobutyrometer von Salleron. Bei diesem Instrument (Fig. 125) wird die Fettschicht vermittelst einer Hülse von Messingblech gemessen, welche sich auf der Glasröhre hin- und herschieben lässt; dieselbe trägt eine Theilung und ist mit einem Schlitze versehen, durch welchen hindurch man die Fettschicht bequem beobachten kann.

Diese Modificaticn beseitigt einen Uebelstand, der sich beim Gebrauch des Marchand'schen Instrumentes ergibt. Wenn man die Röhre bis zum dritten Theilstrich mit Milch, Aether und Weingeist gefüllt hat und dann umschüttelt, so erfolgt bei der Vermischung des Weingeistes mit den anderen Flüssigkeiten eine Contraction oder Raumverminderung. In Folge derselben fällt nach dem Umschütteln der obere Rand der Flüssigkeit nicht mehr mit dem dritten Theilstrich und bei dem Original-Instrumente mit dem Anfangspunkte der feinen Theilung zwischen dem zweiten und dritten Theilstrich zusammen: es wird dadurch die Messung der Fettschicht ein wenig unbequem gemacht. Bei Anwendung der Hülse fällt dieser Uebelstand fort, da man durch Hin- und Herschieben den Anfangspunkt der Theilung leicht auf den oberen Rand der Fettschicht einstellen kann.

Ferner ist die Theilung der Hülse bei Salleron's Lactobutyrometer etwas anders eingerichtet als die zum Messen der Fettschicht bestimmte Theilung des Original-Instrumentes; die Zahlen der ersteren geben nämlich unmittelbar den dem Volum der Fettschicht entsprechenden Fettgehalt der Milch in Grammen an, berechnet auf 1000 Cubik-Centimeter Milch. Demgemäss trägt der Anfangspunkt der Theilung die Zahl 12·6, entsprechend den 12·6 Gramm Fett, welche nach Marchand's Angaben pro 1000 Cubik-Centimeter Milch in der ätherisch-weingeistigen Flüssigkeit gelöst bleiben und daher die aus dem Verlieren der Oelschicht ermittelten Fettmengen hinzugerechnet werden müssen.

Fig. 125.



Endlich ist diesem Instrumente noch eine Vorrichtung zum Erwärmen der Glasröhre beigegeben. Sie besteht aus einem Blechcylinder, dessen unteres Ende in eine kleine Blechschale hineingelöthet ist. Man füllt den Cylinder mit Wasser, giesst Weingeist in die Schale, zündet denselben an und lässt ihn brennen, bis das Wasser im Cylinder die Temperatur von 40° C. erreicht hat; sodann stellt man die Glasröhre in das warme Wasser hinein.

Untersuchung der Milch auf fremdartige Bestandtheile.

Nebst den bereits besprochenen Fälschungen der Milch kommen noch solche Zusätze in Betracht, welche sogenannte Milchfehler verdecken sollen. So pflegen die Milchverkäufer Soda, doppeltkohlensaures Natron und Borax der Milch zuzusetzen um ihre Gerinnung zu verzögern. Ein geringer Zusatz von kohlensaurem Natron alterirt weder den Geschmack noch die sonstigen Eigenschaften der Milch und ist auch der Gesundheit des Consumenten nicht abträglich. Grössere Mengen sollen dagegen in der Milch nicht vorkommen.

Das einfachste Verfahren, um einen Zusatz von kohlensauren Alkalien zur Milch zu entdecken, besteht darin, die Milch mit dem gleichen Gewicht Alkohol zu versetzen, wodurch das Casein gefällt wird. Man filtrirt und erhält ein alkalisch reagirendes Filtrat, im Falle als der Zusatz von kohlensaurem Natron stattfand. Wird das Filtrat abgedampft, so braucht der Rückstand noch Zusatz von Säuren auf.

Um das etwaige Vorhandensein eines Mehl- oder Stärkezusatzes zur Milch festzustellen, werden der letzteren einige Tropfen Jodtinctur zugesetzt, worauf im Bestätigungsfalle eine Bläuung der Milch eintritt.

Metalle, welche in die Milch durch Aufbewahrung in unzweckmässigen Gefässen gelangen, werden in der Asche nach den allgemeinen analytischen Regeln aufgefunden.

Um abnormen Erscheinungen in Ansehen und Verhalten der Milch oder auch wohl aussergewöhnlichen Zusätzen nachzuspüren, ferner um auf etwa in der Milch zu vermuthende Eiterkörperchen, Blut u. s. w. zu prüfen, muss die mikroskopische Untersuchung einer Milchprobe vorgenommen werden.

Viertes Capitel.

Butter, Käse, Thierfette, Eier.

Butter.

Die Butter enthält vorwiegend das Fett der Milch. Der Nährwerth des Butterfettes ist kein anderer als jener der übrigen thierischen Fette. Dennoch bietet das Publicum für echte Butter gerne höhere Preise als für andere Fettsorten, weil die Butter, insbesondere im frischen Zustande, einen vorzüglichen Wohlgeschmack hat und der ärztlichen Erfahrung nach sehr verdaulich ist.

Die Butter wird aus Rahm durch heftiges Schütteln desselben gewonnen. Die aus dem Rahm entstehende Buttermenge richtet sich selbstverständlich nach dem Fettreichthum der Milch, beziehungsweise des Rahmes, hängt aber auch von dem Butterungsverfahren ab. Ganze Milch gibt durchschnittlich 3·3% Butter.

Eigenschaften und Zusammensetzung der Butter.

Durch die Butterbildung findet keine vollständige Trennung des Fettes von den anderen Milchbestandtheilen statt. Es enthält die beim Buttern sich ergebende Buttermilch immer noch etwas Fett, und die Butter dagegen mancherlei Milchbestandtheile, insbesondere Wasser, gelbliche Farbstoffe und Käsestoff, welcher letztere in der Butter in Form weisser Punkte und Flecken mit freiem Auge sichtbar ist. Ferner enthält die Butter nicht selten Kochsalz, das man der besseren Conservirung wegen beim Buttermachen zusetzt.

Die in verschiedenen Buttersorten vorhandenen Bestandtheile können folgende Schwankungen zeigen:

Wasser	6	bis	18%
Casein	0·5	„	3·5%
Fett	79	„	95%
Kochsalz	0	„	6%

Einen noch höheren Wassergehalt als 18% zeigt die Butter nicht selten, wenn derselben durch Einkneten Wasser einverleibt oder die Buttermilch nicht vollständig ausgearbeitet ist. Die mangelhafte Ausarbeitung beeinträchtigt die Haltbarkeit der Butter und ein zu hoher Wassergehalt vermindert selbstverständlich ihren Nährwerth.

Die reine, von allen Nebenbestandtheilen befreite Butter besteht aus verschiedenen Neutralfetten, deren Mengenverhältniss mit jeder Buttersorte innerhalb gewisser Grenzen variirt. Bisher wurden als Säuren dieser Fette gefunden: Oelsäure, Margarinsäure, Stearinsäure, Arachinsäure, Myristinsäure, Buttersäure, Copronsäure, Caprylsäure, Caprinsäure. Man nimmt an, dass 100 Theile Butterfett im Durchschnitte enthalten 60% Palmitin, Stearin, Myristin, 30% Elain und 10% Butyrin, Caprin, Capron und Capryl. Gute, unverfälschte Butter hat eine blassgelbe Farbe, einen angenehmen, nicht ranzigen Geruch und Geschmack, fühlt sich geschmeidig fett an und zeigt auf der Schnittfläche ein gleichmässiges Aussehen.

Aufbewahrung und Conservirung der Butter.

Für sich aufbewahrt, hält sich die Butter nicht lange frisch, höchstens 8 bis 14 Tage, dann wird sie ranzig und zwar in Folge ihres Gehaltes von Casein, welches, wie alle Eiweisssubstanzen, im feuchten Zustande zersetzt wird und, indem es auf das Butterfett zerlegend einwirkt, einen Theil der an Glycerin gebundenen Säuren frei macht. Es treten also Fettsäuren auf, zum Theil flüchtiger, zum Theil löslicher Natur; der Geschmack und Geruch der Butter wird hiebei wesentlich und unangenehm alterirt; solche Butter, mit Wasser geschüttelt, gibt freie Säure ab. Diese Veränderung wird als Ranzigwerden bezeichnet. Sie tritt sowohl an der Oberfläche als in der Tiefe der Buttermasse ein, und zwar um so früher, je wärmer die Luft ist.

Um Butter zu conserviren, wird dieselbe unter Zusatz von 1 bis 3% Kochsalz durch Schmelzen von dem Wasser und den Käsetheilchen sowie von der in derselben etwa eingeschlossenen Luft befreit. So behandelte Butter heisst Butterschmalz. Letzteres repräsentirt also das reine Butterfett und schmilzt bei 32° C.

Zur Bereitung und Aufbewahrung der Butter und des Butterschmalzes sollen keine Gefässe und Geräthschaften verwendet werden, welche schädliche Metalle abgeben können. Gewöhnlich wird Butter und Butterschmalz in Holzfässern versendet; es ist zweckmässig, neue Fässer vor Einfüllung mit Butter mit kaltem und

heissem Wasser zu waschen, um Holzgeschmack der Butter zu verhüten. Bei jedesmaliger Wiederbenützung eines Butterversandtfasses sollte eine gründliche Reinigung desselben mit Pottaschelösung vorgenommen werden. Auch soll die Butter so eingefüllt werden, dass möglichst wenig Luft zwischen den Schichten bleibt.

Die aus dem Ranzigwerden der Butter entstehende Verderbniss ist in gesundheitlicher Beziehung nicht gleichgiltig. Wird ranzige Butter genossen, so bewirkt sie regelmässig Verdauungsstörungen und bedingt Ekel gegen die solche Butter enthaltenden Speisen.

Ein schwaches Ranzigsein kann unter Umständen noch behoben werden, wenn man die Butter in reinem, kalten oder eine Spur Soda enthaltenden Wasser auskocht, wodurch die in der ranzigen Butter enthaltenen Fettsäuren in das Wasser übergehen. Gegen starkes Ranzigsein gibt es überhaupt kein Mittel. Solche Butter ist dann nur mehr zur Seifen- und Schmierenfabrikation geeignet.

Untersuchung der Butter.

Durch die Untersuchung der Butter können mancherlei Fragen, welche Gegenstand der hygienischen Praxis sind, aufgeklärt werden. Bald handelt es sich um den Nachweis, ob bei der Darstellung der Butter nicht Nachlässigkeiten vorkamen, die den Werth derselben herabdrücken, bald um Ermittlung etwaiger absichtlicher Verfälschungen.

Der Werth der unverfälschten Butter hängt wesentlich von ihrer Frische und ihrem Wohlgeschmacke, dann aber auch von ihrem Gehalte an Fett, Wasser, Kochsalz und Käsestoff ab. Der Wohlgeschmack kann nur sinnlich geprüft werden, zur Bestimmung des Wassers, Fettes, Kochsalzes und Käsestoffs dient die chemische Analyse.

a) Quantitative Bestimmung der einzelnen Butterbestandtheile.

Zur quantitativen Bestimmung des Wassers, des Fettes und des Caseins und des Kochsalzes in der Butter lässt sich folgendes Verfahren anwenden.

Das Fett einer gewogenen Butterportion wird mit Aether ausgezogen, die ätherische Lösung in einem tarirten Schälchen verdunstet; der Verdunstungsrückstand ist die in der Butter enthaltene Fettmenge; die Differenz zwischen der Fettmenge und der zum Versuch genommenen Buttermenge ist das in der Butter enthaltene Wasser + Käsestoff + Kochsalz. Es kann durch Ausspülen des unter der Aetherschicht Gebliebenen in eine Schale, Abdampfen auf dem Wasserbad bis zur Trockene, Uebergiessen mit wenig Wasser, Filtriren, Trocknen, Abwägen des Filterrückstandes der Käsestoff und durch Glühen des durch Eindampfen des Filtrates genommenen Rückstandes das Kochsalz, somit auch, wenn Käsestoff, Kochsalz und Fett addirt und vom Gesammtgewichte abgezogen werden, der Wassergehalt bestimmt werden. Bei dieser Operation kommt es häufig vor, dass die letzten in dem Aether befindlichen

Antheile Wasser nur langsam verdampfen. Man setzt dann zweckmässig etwas Alkohol von 92% zu und erwärmt die Schale wie vorher auf dem Wasserbade. Mit den leichtflüchtigen Alkoholdämpfen entweicht das rückständige Wasser vollkommen.

b) Nachweis der Butterfälschungen.

Um der Butter, die hie und da beliebte gelbe Farbe zu geben, wird sie manchmal mit Orlean, Safran, Curcuma, Möhrensaft, Ringelblumen gefärbt. Wenn man das Färben der Butter überhaupt nicht anstössig findet, so wäre gegen die genannten Farbmittel nichts einzuwenden, da sie der Gesundheit keinerlei Nachtheil bringen.

Zum Nachweis dieser Farbstoffe kann man die Butter mit Wasser oder Alkohol schütteln. Natürlich gefärbte Butter gibt hiebei keinerlei Farbstoff an das Ausschüttlungsmittel ab, sondern letzteres bleibt farblos. Färbt sich dagegen das Ausschüttlungsmittel gelb an, so verdampft man die gefärbte Lösung im Wasserbad zum Trocknen und prüft den Rückstand. Besteht er aus Saffrangelb, so löst er sich vollständig im Wasser und gibt mit Citronensäure eine grasgrüne Färbung, ist er Orlean, so wird er auf Zusatz von concentrirter Schwefelsäure blau, war es Curcuma, so wird die Farbe durch Zusatz von Alkali braun. Ist der Farbstoff Saflor, so gibt er mit salpetersaurer Silberlösung einen grünlich braunen flockigen Niederschlag, ist er der Farbstoff der Ringelblume, so gibt er mit demselben Reagens einen grauschwarzen Niederschlag.

Als betrügerische Beimengungen, um das Gewicht der Butter zu erhöhen, sollen in der Butter vorgekommen sein: Kartoffelmehl, Stärke, Carragheenschleim, Gyps und Topfen. Löst man eine solche Butter in Aether auf, so kommen diese fremdartigen Beimengungen nach hinlänglich langem Stehen zur Ausscheidung, können mit Wasser aufgenommen und unter dem Mikroskop oder auf chemischem Wege auf ihre Natur geprüft werden.

Die Untersuchung der Butter auf derartige Beimengungen müssen sich auch auf die inneren Theile eines Butterstückes erstrecken, da nicht selten unter einer äusseren Hülle von guter Butter eine gefälschte zum Vorschein kommt.

In der neueren Zeit hat man auch in vielen Fällen die Milchbutter mit Kunstbutter vermischt als reine Waare (Kuhbutter) in den Handel gebracht. In welcher Weise diese Fälschung nachgewiesen werden kann, ist nachfolgend erörtert.

Kunstbutter.

Seit einigen Jahren ist zuerst in Frankreich, dann aber auch anderwärts mehr und mehr ein Präparat unter dem Namen Kunstbutter, Sparbutter, Ersatzbutter in den Handel gebracht worden. Diese Butter enthält nicht die Fette der Milch, sondern sie wird aus verschiedenen anderen thierischen billigen Fetten (Schweinefett,

Rindsfett, Knochenfett u. s. w.) künstlich bereitet. Wie soll sich die öffentliche Gesundheitspflege diesen Präparaten gegenüber verhalten?

Wenn der Zusatz von billigen Fetten zur Butter dem Käufer von Seite des Verkäufers klar gemacht wird, d. h. wenn der Verkäufer andere Fette enthaltende Butter nicht als reine Butter, sondern als das, was sie ist, als Ersatzbutter, als Mischung bezeichnet, und wenn ein solches Präparat aus unschädlichen Fetten besteht, so lässt sich gegen diesen Industriezweig vom sanitätspolizeilichen Standpunkte nichts einwenden. Wenn man berücksichtigt, dass die Kuhbutter an sich schon zu 92 bis 97% aus Talgfett besteht, dass ferner der Nährwerth dieser Fette in Folge ihres höheren Kohlenstoffgehaltes ein nicht geringerer, eher ein grösserer ist, als derjenige der Kuhbutter selbst und dass durch die Vermischung der Kuhbutter durch die anderen Fette ihre Brauchbarkeit zu Wirthschaftszwecken nicht geschmälert wird, so wird man die unter der Bezeichnung „Kunstbutter" auf den Markt kommenden Producte nur als eine nützliche Vermehrung, nicht aber als Fälschung von Nahrungsmitteln betrachten können. Da aber diese Kunstbutter höchst wahrscheinlich doch nicht so leicht verdaulich und für Viele nicht von jenem Wohlgeschmacke ist wie die Kuhbutter, so ist es andererseits gerechtfertigt, auch dafür zu sorgen, dass die beiden Kategorien von Butter stets unter den ihre Abstammung genau bezeichnenden Namen verkauft werden.

Die Kunstbutterfabrikation kann rationell nur dann arbeiten, wenn sie völlig frisches, sorgsam ausgesuchtes Rohmaterial benutzt. Dasselbe muss von allen Fleischtheilen befreit, gewaschen und das Fett in einer Weise ausgelassen werden, dass der Geschmack desselben nicht ungünstig verändert wird. Zu diesem Zwecke wird das Zellgewebe mit Kälbermagen löslich gemacht und beim Auslassen des Fettes die Temperatur unter 50° C. erhalten. Die letzten Operationen bestehen meist darin, dass man durch theilweises Erstarrenlassen des geschmolzenen Fettes einen gewissen Betrag von Stearin und Palmitin abscheidet und das auf den Schmelzpunkt der Butter gebrachte Fett mit Milch behandelt, um ihm den Geschmack der Kuhbutter zu geben, den es bei zweckmässigem Vorgehen theilweise annimmt. Die Kunstbutter wird in Liesing bei Wien in folgender Weise bereitet. Der aus den Schlachthäusern frisch bezogene Talg wird in Eis nach der Fabrik transportirt. Hier sucht man die rein weissen Stücke, das sogenannte Nierenfett (ein Ochse liefert davon 28 Kilogramm) aus, schmilzt sie, colirt durch Leinwandbeutel und lässt erkalten — es scheidet sich zuerst der schwer löslichste und schwer schmelzbarste Theil, das Tristearin (zwischen 50 und 60° C.) aus. Die leichter schmelzbaren Theile, das Triolein, nebst etwas Tripalmitin und Tristearin wird abgegossen. Aus 28 Kilogramm Nierenfett erhält man 16·5 Kilogramm dieser Fette. Man lässt sie in noch flüssigem Zustande durch hölzerne Rinnen laufen, durch welche gleichzeitig Wasser in entgegengesetzter Richtung fliesst. Hiedurch wird das Oleomargarin gewaschen und erstarrt zu einer gelblichen, butterartigen Masse. Letztere wird schliesslich mit Milch

innig verarbeitet, verbuttert und liefert so 18 Kilogramm Kunstbutter, die in ovalen Stücken von $^1/_2$ Kilogramm in den Handel gebracht wird. Sie hat ein blassgelbes Ansehen und zerschmilzt im Munde wie echte Butter. Sie unterscheidet sich von letzterer durch den weniger charakteristischen Buttergeschmack, durch geringeren Wassergehalt, niedrigeren Schmelzpunkt und geringeren Gehalt an im Aether unlöslichem Rückstand, denn es ist weniger Wasser, Tristearin und Casein darin als in der echten.

In ähnlicher Weise werden Buttersurrogate aus Nierenfett, Schweinefett, auch aus Sesamöl, Mohnöl fabricirt.

Bei der Butteruntersuchung auf fremde Fette unterlasse man nie vorerst den Geruch und Geschmack und die Consistenz zu prüfen und die Form der Strichfläche zu beobachten. Man kann hiedurch ganz werthvolle Anhaltspunkte gewinnen. Zugesetzter Talg macht sich besonders dann kenntlich, wenn man Fett in dünnen Schichten aufgestrichen erwärmt; tränkt man mit der zu untersuchenden Butter einen baumwollenen Docht, brennt man ihn an und löscht ihn nach zwei Minuten des Brennens aus, so erinnert der dann vom Dochte aufsteigende Dampf nach scharfgebratener Butter, wenn es reine Milchbutter war, dieser Dampf zeigt aber den üblen Geruch eines verlöschenden Talglichtes, wenn fremde thierische Fette der Butter zugesetzt wurden.

Auch die Ermittlung des Schmelzpunktes und die Bestimmung des specifischen Gewichtes der fraglichen Butter kann ebenfalls Aufschlüsse zu ihrer Beurtheilung liefern. Der Schmelzpunkt der reinen Butter liegt zwischen 33 und 36° C., derjenigen der Kunstbutter zwischen 22 bis 31° C. Das specifische Gewicht der reinen Butter beträgt 0·910 bis 0·913 bei 37·8° C., alle anderen Fette haben ein specifisches Gewicht von höchstens 0·9045.

Das Vorhandensein fremder Fette kann auch durch eine mikroskopische und chemische Untersuchung constatirt werden. Reines Butterfett gibt unter dem Mikroskop bei 300- bis 400facher Vergrösserung ein Sehfeld von lauter feinen Kügelchen, frei von jeder Krystallgestalt. Hat man ein Gemisch vor sich, das neben Butter stearinhaltige Fette enthält, so wird man nebst den Fettkügelchen zahlreiche eckige oder nadelförmige Krystallgestalten finden.

Zum chemischen Nachweis der fremden Fette in der Butter, sowie zur Unterscheidung der echten Butter von der Kunstbutter hat Hehner*) ein Verfahren angegeben, dessen Princip darauf beruht, dass alle Thierfette mit Ausnahme der Butter aus Gemischen von Tristearin, Tripalmitin und Triolein bestehen.

Auf 100 Theile	Tristearin	treffen	95·73	Theile
„ „ „	Tripalmitin	„	95·28	„
„ „ „	Triolein	„	95·70	„

Säure. Es müssen daher alle Fette, exclusive Butter, verseift und mit Schwefelsäure zersetzt eine zwischen 95·28 und 95·73% liegende

*) Zeitschr. f. analytische Chemie 1877. S. 145.

Fettsäuremenge liefern. Da gewöhnlich Stearin und Olein überwiegen, kann man 95·5 im Durchschnitt annehmen, so bei Schweinschmalz und Hammeltalg.

Da nun Butterfett neben diesen unlöslichen Säuren auch eine beträchtliche Menge von flüssigen und in Wasser löslichen Säuren liefert, so muss bei ihm die Menge der unlöslichen Säuren im Verhältniss zu derjenigen der löslichen Säuren verringert sein. So fand man im Butterfett 86·5 und 87·5% unlösliche Säuren, selten 88%. Sind daher mehr feste unlösliche Fettsäuren in einem zu untersuchenden Butterpräparat vorhanden als 88%, so sind fremde Fette zugesetzt. Legt man zur Berechnung des Quantums fremder Fette die Zahl 87·5 zu Grunde, so enthält eine Butter, welche 91% unlösliche Fettsäuren liefert 43·7% fremdes Fett, denn 95·5 — 87·5 = 8 und 91 — 87·5 = 3·5, daher 8 : 3·5 = 100 : x = 43·7. Zur Berechnung der Menge des fremden Fettes zieht man daher von der gefundenen Procentzahl der unlöslichen und nicht flüchtigen Fettsäuren 87·5 ab, multiplicirt mit 100 und dividirt durch 8.

Bei der Untersuchung wird nun folgendermassen verfahren: Man schmilzt circa 15 bis 20 Gramm Butter im Wasserbade und filtrirt die vom Bodensatze abgegossene Masse durch ein in einem heissen Trichter befindliches trockenes Filter in ein kleines Becherglas. Von diesem reinen Butterfett nimmt man 5 Gramm heraus, bringt sie in ein Porzellanschälchen, setzt 50 Cubik-Centimeter Alkohol und 2 Gramm Aetzkali zu und erwärmt auf dem Wasserbade so lange, bis das Butterfett sich ganz aufgelöst und verseift hat und bis einige Tropfen destillirtes Wasser keine Trübung von ausgeschiedenem Fett mehr hervorbringen. Die klare Seifenlösung wird nun auf dem Wasserbade zur Syrupsconsistenz eingedampft und in 100 bis 150 Cubik-Centimeter Wasser wieder gelöst. Dann fügt man Salzsäure bis zur sauren Reaction zu. Hiedurch scheiden sich die unlöslichen Fettsäuren als käsige Masse aus, die zum grössten Theile rasch zur Oberfläche steigt. Nach Dietsch fügt man nun 5 Gramm trockenes, weisses oder gelbes Wachs zu, um die erstarrten Fettsäuren leichter abheben zu können; dies schmilzt in der heissen Flüssigkeit und vermischt sich mit den Fettsäuren. Nach dem vollständigen Erkalten wird die Wachsdecke abgehoben, mit kaltem Wasser abgewaschen, gut getrocknet und gewogen. Das Mehrgewicht des Wachses ist die in 5 Gramm Butter enthaltene Fettsäure, welche mit 20 multiplicirt den Procentgehalt derselben ergibt.

Es muss hier noch hervorgehoben werden, dass nach Kretzschmer, John und Anderen die von Hehner aufgestellte Grenze von 88% für reine Butter zu niedrig ist und auf 89·5% erhöht werden muss.

Auch wird in jüngster Zeit behauptet, dass in manchen Sorten wirklicher Kunstbutter ebenfalls nur 87·5 bis 88% unlösliche Fettsäuren enthalten sein können. Sollten sich diese Angaben bewahrheiten, so wäre der Werth der Hehner'schen Butterprüfungsmethode nur ein relativer.

Auf ähnliehen Prineipien wie die Hehner'sehe Methode beruht das Verfahren Köttstorfer's zum Nachweis fremder Fette in der Butter.

Butter enthält Fettsäuren, welche ein geringeres Moleeulargewicht als die Fettsäuren anderer Fette besitzen. Werden nun alle Fettsäuren eines Fettes mit normaler Kalilauge (56·11 Kalihydrat im Liter) neutralisirt, so kann man aus der Menge der verbrauchten Kalilauge ersehen, ob eine Butter eeht oder mit anderen Fetten verfälseht ist.

Von ungesehmolzener Butter nimmt man 1 bis 2 Gramm, setzt dazu in einem Beeherglase 10 Cubik-Centimeter normale Kalilauge und 50 Cubik-Centimeter absoluten Alkohol, bringt die Masse zum Sieden, bedeekt sie mit einem Uhrglase und erhält sie 15 Minuten in ruhigem Sieden; dann spült man das Uhrglas mit Weingeist ab, versetzt die Flüssigkeit mit Phenol-Pthalein und titrirt den Uebersehuss des Kalis mit $^1/_2$ normaler Salzsäure zurüek.

Auf 1 Gramm Butter braueht man						221·5 bis 233	Milligramm Kalihydrat
„ 1	„	Rindstalg	braueht	man		196·5	„ „
„ 1	„	Sehweinefett	„	„		195·8	„ „
„ 1	„	Hammeltalg	„	„		197	„ „
„ 1	„	Unsehlitt	„	„		196·8	„ „
„ 1	„	Sparbutter	„	„		195·8	„ „

Um zu bereehnen, wie viel Proeente fremden Fettes zugesetzt sind, hat man folgende Formel: x (227 — n) 3·17.

Es bezeiehnet hiebei x Proeente fremden Fettes, n die zur Verseifung nöthigen Milligramme Kalihydrat. Zugleieh wird 227 als Mittel für eehte Butter und 195·5 als Mittel für Oleomargarin, Sehweinefett ete. angesehen.

In jüngster Zeit hat Crook ein Verfahren zur Unterseheidung der Butter von Rinds-, Hammel- oder Sehweinefett resp. Gemisehen derselben angegeben, das auf das Verhalten dieser Fette zur Carbolsäure basirt. Das zu untersuehende Fett wird zunäehst dureh Sehmelzen und wenn nöthig Filtriren völlig von Wasser und Salz befreit. 0·64799 Gramm werden in einem Reagireylinder im Wasserbade bei 66° C. gesehmolzen, sodann 1·5 Cubik-Centimeter Carbolsäureflüssigkeit, welehe aus 373 Gramm krystallisirter Säure und 56·7 Cubik-Centimeter Wasser bereitet wird, zugegeben, gesehüttelt und wiederum im Wasserbade erwärmt, bis die Flüssigkeit durehsiehtig geworden ist. Naehdem das Reagensrohr einige Zeit bei Seite gestellt worden war, wird bei reiner Butter eine vollkommene Lösung erhalten sein. Bei Rinds-, Hammel- oder Sehweinefett bildet die Misehung zwei, durch eine kleine Seheidelinie getrennte Flüssigkeitssehiehten. Die diehtere der beiden Lösungen wird bei Rindsfett 49·7, bei Hammelfett 44·0, bei Sehweinefett 49·6 betragen und naeh genügender Abkühlung wird mehr oder minder viel Absatz in der oberen Lösung sieh zeigen*).

*) Zeitschr. f. analyt. Chemie 1880. S. 369.

Käse.

Der Käse wird aus der Milch gewonnen. Sein wesentlicher und constanter Nahrungsstoff ist coagulirtes Casein. Wird abgerahmte Milch zur Coagulation gebracht und das Coagulum gesammelt, so ist das gewonnene Product nur wenig fetthaltig und heisst magerer Käse. Bringt man aber unabgerahmte Milch durch eine Säure oder durch Kälberlab zum Gerinnen, so entsteht fetter Käse, der ausser Casein noch das Fett der Milch enthält. Der magere Käse enthält bis 45% Eiweiss, 8 bis 10% Fett und etwa 40% Wasser; der fette enthält 25 bis 30% Eiweiss, 25 bis 30% Fett und etwa 35% Wasser. Der Parmesan- und Liptauer Käse sind magere, der Emmenthaler, Eidamer und Chester sind mässig fette, Fromage de Brie, Limburger, Roquefort sind fette Käse.

Wenn bei der Käsebereitung die Flüssigkeit (die süssen Molken) nicht vollständig ausgedrückt werden und demnach ein Theil des Milchzuckers im Käse zurückbleibt, so geht letzterer beim Liegen in geistige Gährung über, wobei Kohlensäure entweicht, was die Ursache der vielen Löcher in solchem Käse ist. Setzt man bei der Käsebereitung eine grössere Menge von Kochsalz zu, so wird hierdurch die Milchzuckergährung unterdrückt, wodurch der Käse löcherfrei wird und ein speckiges Aussehen erhält.

Manche Käsesorten müssen lange Zeit liegen, bevor sie zum Consum gelangen, sie müssen, wie man sagt, „reif" werden. Durch das Liegen wird ein Theil des Caseins zersetzt, es treten flüchtige Fettsäuren auf, welche dem Käse den eigenthümlichen Geruch und Geschmack verleihen, ihn pikant machen. Oft schreitet die Zersetzung bis zur Fäulniss- und Schimmelbildung.

Mit Rücksicht auf den oben erwähnten grossen Gehalt des Käses an Eiweiss und unter Umständen an Fett, wäre der Käse zu den sehr nährenden Nahrungsmitteln zu zählen. Doch muss berücksichtigt werden, dass grössere Käsemengen vom menschlichen Verdauungsorgane schwer bewältigbar sind und demnach der ganze Nährwerth des Käses kaum ausgenützt wird. Häufig ist der Käse so hart, dass gröbere Stückchen, die in den Magen gelangen, unverdaut oder nur an der Oberfläche verdaut wieder abgehen. Häufig wird der Nährwerth des Käses durch die Veränderungen, welche das Casein und Fett durch Lagern und durch Schimmelvegetationen erleidet, erheblich verändert. Ob die beim „Reifen" des Käses entstehenden, den pikanten Geruch und Geschmack bedingenden Stoffe (Fettsäuren, Fäulnissproducte: Aminbasen, Leucin, Tyrosin u. s. w.) als Genussmittel anzusehen sind, oder ob sie unter gewissen uns unbekannten Bedingungen schädlich wirken, ob sie oder die erwähnten Schimmelbildungen in Zusammenhang gebracht werden sollen mit dem häufig beobachteten, auf „Käsegift" bezogenen, unter den Symptomen der putriden Infection auftretenden Erkrankungen nach dem Genusse einzelner Käsepräparate, das Alles ist noch unklar. Mit Recht sagt Pappenheim: „Was wir vom Käse wissen sollten, wissen wir nicht; was wir wissen, ist hygienisch nicht sehr wesentlich.

Schädliche Substanzen können in den Käse durch unzweckmässige Gefässe, in welchen der Käse bereitet und aufbewahrt wird, und weiter durch unzweckmässige Verpackung (bleihaltiges Staniol) gelangen.

Mancher Käse wird künstlich gefärbt. Die dazu benützten Fettstoffe (Orlean, Orseille) sind harmlos.

Verfälschungen des Käse scheinen kaum vorzukommen.

Animalische Fette.

Die verschiedenen vom Thiere stammenden, zur Nahrung benützten Fette sind Gemenge von Stearin, Margarin und Elain. In den Talgarten waltet das Stearin, in den schmalzartigen Fetten das Margarin, in den ölartigen Fetten das Elain vor.

Je nach ihrer Zusammensetzung variirt bei den verschiedenen Fetten der Schmelzpunkt und die Löslichkeit in Aether. Ihr verschiedenes Verhalten beim Schmelzen und zu Aether wird behufs ihrer Unterscheidung benützt.

Rindstalg beginnt bei 32 bis 38° zu schmelzen und ist bei 49 bis 54° vollkommen flüssig. Hammeltalg beginnt bei 38° zu schmelzen und ist bei 65° ganz flüssig. Gute Fette reagiren neutral. Auch die verschiedenen thierischen Fette enthalten so wie die Butter noch eiweissartige Beimengungen, die in analoger Weise wie das Casein der Butter das Ranzigwerden derselben veranlassen.

Eier.

Der Mensch geniesst fast ausschliesslich nur die Eier der Vögel, insbesondere der Hühner. Amphibien- und Fischeier gehören zu den Seltenheiten. Von den Fischeiern wird gewöhnlich nur Caviar und dann die Gangfischeier, von den Amphibieneiern jene des Kaimans und der Schildkröte (und zwar von den Uferbewohnern des Amazonenstromes) genossen.

Der Inhalt eines Vogeleies besteht aus 74·5% Wasser, 13·5% Eiweiss, 10·5% Fett und 1·5% Salzen. Das Dotter ist eiweiss- und fettreicher als das Weisse des Eies. Unter den Salzen des Eies finden sich phosphorsäure- und eisenhaltige Verbindungen. Die Eier sind demnach als sehr wichtige Nahrungsmittel zu schätzen, da sie alle Nährstoffgruppen mit Ausnahme der Kohlenhydrate in reicher Menge enthalten.

Die Verdaulichkeit der Eier hängt wesentlich von ihrer Zubereitung ab. Sehr gut eignen sich Eier als Zusatz oder als Mischungsbestandtheil zu den verschiedenen Mehlspeisen. Sie werden dadurch sehr vertheilt und können leichter ausgenützt werden. Auch erhöhen sie durch das angenehm schmeckende Dotterfett den Wohlgeschmack der Speise. Es ist ein Vorurtheil, dass rohe Eier leichter verdaulich sind, als gekochte. Das gerade Gegentheil ist der Fall; auch hartgekochte Eier sind verdaulich, wenn sie ordentlich gekaut und mit Brot genossen werden.

Eier lassen sich nur eine Zeit lang aufbewahren. Mit der Zeit fangen sie an zu faulen und verbreiten den sehr bekannten üblen Geruch. Man glaubt, dass die atmosphärische Luft, welche durch die poröse Eierschale durchdringen kann, die Fäulniss bedinge. Daher trachtet man behufs Conservirung der Eier den Luftzutritt hauptsächlich dadurch zu verhindern, dass man die Eier mit einem die Luft gar nicht oder schwer durchlassenden Ueberzug umgibt. Man legt die Eier in Spreu, Häckerling oder überzieht sie mit Leim oder Mohnöl, mit Harzlösung, Gummi und Wasserglas. Eintauchen in Kalkmilch und nachheriges rasches Abtrocknen der Eier wird auch vielfach geübt. Doch bekommen die Eier durch dieses Verfahren nach längerer Aufbewahrung einen eigenthümlich unangenehmen Geruch.

Durch alle diese Methoden wird gewiss kein absoluter Luftabschluss bewirkt, sondern es scheint hauptsächlich die dadurch mögliche Verminderung aller Erschütterungen die Ursache davon zu sein, dass die Eier conservirt werden. Man darf nicht übersehen, dass das Ei ein lebender Organismus ist, dass es auch unbebrütet respirirt, Sauerstoff aufnimmt und Kohlensäure ausathmet. Man thut deshalb behufs Eiconservirung gut, die Eier so aufzubewahren, dass sie keine Erschütterung erleiden.

Frische Eier sind in der Mitte durchsichtig, schwappen nicht beim Schütteln und fallen in einer 5 bis 10%igen Kochsalzlösung zu Boden. Eier können nicht verfälscht werden.

Von Eiconserven kommen im Handel vor:

a) getrocknetes Eigelb in Pulverform. Dieses Präparat wird sehr leicht ranzig und ist dann ungeniessbar;

b) getrocknetes Eiweiss. Dieses Präparat ist haltbarer und stellt durchsichtige Plättchen dar, die in kaltem Wasser aufquillen. Es wurde während der Belagerung in Paris vielfach als Nahrungsmittel verwendet;

c) getrocknetes Eidotter und getrocknetes Eiweiss vermischt mit Mehl, Reis u. dgl. Auch diese Präparate werden bald ranzig.

Fünftes Capitel.

Vegetabilische Nahrungsmittel.

Getreide.

Die hervorragende physiologische Bedeutung des Getreides liegt vorwiegend in dem grossen Gehalt aller Getreidesorten an sämmtlichen Nährstoffgruppen. In eine unlösliche, ungeniessbare Hülle eingeschlossen, finden wir in den Körnerfrüchten eine Mischung von Nahrungsstoffen, welche der Milch ähnlich sind. Zwar ist in den Körnerfrüchten das Verhältniss des Eiweisses zu den kohlenstoff-

haltigen Nahrungsstoffen nicht genau ein solches, wie die Physiologie es von einer vollkommen zweckmässig zusammengesetzten Nahrung verlangt (1 Stickstoff auf 15 Kohlenstoff), allein es kommt ihm sehr nahe und ist günstiger als bei allen anderen Nahrungsmitteln.

Unter allen Körnerfrüchten bietet der Weizen bezüglich der Vertheilung seiner Nahrungsstoffe (Eiweiss, Fett, Stärke, Salze) das vortheilhafteste Verhältniss. Ihm am nächsten steht in dieser Beziehung der Roggen. Gerste, Hafer, Mais und Buchweizen sind ärmer an Eiweiss; sehr wenig Eiweiss enthält Reis. Den grössten Fettreichthum besitzen unter den Körnerfrüchten Mais und Hafer.

An Eiweiss enthält		an Stärke enthält
Weizen	14%	56%
Roggen	13%	51%
Gerste	12%	48%
Hafer	11%	59%
Buchweizen	8%	50%
Mais	14%	77%
Reis	6%	86%

Neuere Untersuchungen haben dargethan, dass der Eiweisskörper der Cerealien ein Gemenge verschiedener Eiweisssubstanzen ist. Qualitativ steht Weizen-Eiweiss dem thierischen Eiweiss am nächsten und dürfte darum am leichtesten verdaulich sein.

Es ist also in der Natur der Sache begründet, wenn die Weizencultur in allen Ländern an Umfang gewinnt und das Gebiet, auf dem die übrigen Cerealien gebaut werden, stets kleiner wird.

Die Vertheilung der einzelnen Bestandtheile im Getreide ist keine gleichmässige. Der innerste Theil des Kornes ist am reichsten an Stärkemehl und enthält an Aschenbestandtheilen vorwiegend phosphorsaure Alkalien. Die äusseren Theile des Kornes enthalten dagegen die grösste Menge des Klebers, des Fettes und der Cellulose und von den Aschenbestandtheilen den grössten Theil an Kieselerde, phosphorsauren Erden und Eisenoxyd.

Diese Unterschiede des chemischen Gehaltes an verschiedenen Stellen des Getreidekornes erklären sich durch den eigenthümlichen anatomischen Bau desselben. Die Kenntniss des Baues des Getreidekornes ist für das Verständniss des Vermahlungsprocesses und zur Beurtheilung des Mehles bei der mikroskopischen Prüfung erforderlich. Es dürfte deshalb hier am Platze sein, die Histiologie des Getreidekornes zu erörtern.

Bau der Getreidefrüchte.

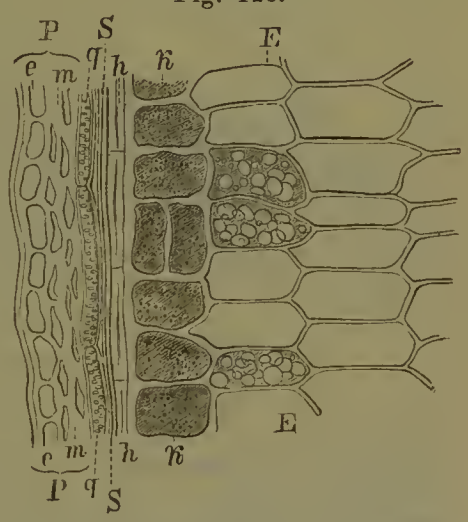
Die reife Frucht der Getreidearten, eine einsamige trockene Schliessfrucht, eine sogenannte Caryopse, enthält innerhalb einer dünnen, zuweilen noch von den Spelzen eingeschlossenen und mit der Samenhülle innig verwachsenen Fruchthaut einen Kern, welcher der Hauptmasse nach aus dem stärkemehlreicheren Eiweisskörper

(Endosperm) besteht, an dessen Grunde der meist relativ kleine Keim (Embryo) sichtlich angefügt ist.

Den Bau der verschiedenen Getreidefrüchte im Allgemeinen schildert Vogl*) nachfolgend:

Die Fruchthaut, aus der veränderten Fruchtknotenwand hervorgegangen, besteht aus zusammengedrückten, zum grossen Theil verholzten und inhaltsleeren, häufig in ihren Formelementen kaum mehr nachweisbaren Gewebsschichten. Wohl immer ist indess eine äussere Oberhaut (Epidermis) (Fig. 126 *e e*) aus tafelförmigen, längsgestreckten, zuweilen wellenförmig (bei Reis) oder buchtig begrenzten (bei Mais) Zellen, häufig mit eingestreuten Haaren, zuweilen mit einzelnen Spaltöffnungen deutlich zu erkennen. Unter ihr folgt ein Gewebe aus mehr oder weniger zusammengedrückten, langgestreckten, grobgetüpfelten Zellen, die Mittelschicht (*m m*); in vielen Fällen ist dieselbe so stark zusammengedrückt und geschwunden, dass sie nur schwierig durch Kochen in Aetzkalilösung als besondere Gewebsschicht isolirt werden kann, in manchen Fällen dagegen ist sie mächtig entwickelt und dann, wie beim Mais aus dickwandigen Faserzellen zusammengesetzt. Auf sie folgt weiter einwärts bei manchen Früchten (Roggen, Weizen, Gerste, Reis) eine eigenthümliche, meist einfache Schicht aus quergestreckten Zellen. (Vogl nennt sie Querzellenschicht *q q*.) Zuweilen (Roggen, Reis) wird dieselbe auf ihrer Innenfläche von langen, zum Theil mit einander seitlich verbundenen Schläuchen gekreuzt.

Fig. 126.



Womöglich noch mehr als die Fruchthaut ist die aus den umgewandelten Hüllen der Samenknospe hervorgegangene Samenhaut verändert. Am Durchschnitt erscheint sie häufig als gelbe und braunrothe Linie, oft ist sie gar nicht mehr als besondere Gewebsschicht nachweisbar, in anderen Fällen sind ihre Zellenschichten so stark zusammengedrückt, dass dieselben in einer einzigen Fläche zu liegen scheinen und die Umrisse der einzelnen Zellen nur mit Mühe erkannt werden können.

Unmittelbar auf die Samenhaut folgt zuweilen noch eine einfache Schicht aus zusammengefallenen, inhaltsleeren Zellen mit farblosen, quellenden Wänden, welche am Durchschnitt (*h h*) als zarter hyaliner Streifen erscheint. Sie stellt den Rest der Samenknospe dar.

Das Sameneiweiss (Endosperm *E*) ist ein Gewebe aus grossen, dünnwandigen, in der Peripherie häufig stark in radialer Richtung gedehnten, im Ganzen vielkantigen Zellen, welche dicht mit Stärke-

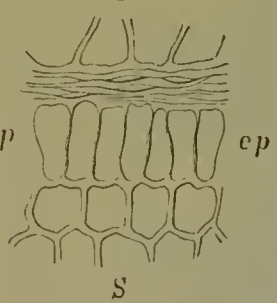
*) Vogl bei Kick, die Mehlfabrication, Leipzig 1878, S. 25.

körnchen, häufig neben Resten des ursprünglichen protoplasmatischen Inhalts, gefüllt sind. Das Endosperm wird in seiner Peripherie von einer einfachen (Weizen und Roggen) oder mehrfachen Schicht (3 Reihen bei der Gerste) durch ihren Inhalt auffallender Zellen umgeben, welche farblose, in der Regel stark quellende Wände besitzen. Ihr Inhalt besteht aus kleinen, rundlichen oder etwas eckigen Körnchen, welche sich durch Jodlösung gelbbraun, durch Cochenille-Auszug roth färben und wesentlich aus Eiweisssubstanzen (Kleber), häufig neben etwas Fett, bestehen. Erwärmt man dünne Schnitte in Wasser, so treten Oeltröpfchen auf, beim Erwärmen in Kalilauge löst sich ein Theil mit gelber Farbe, während die Zellwände mächtig aufquellen und in zahlreiche Schichten zerfallen.

Von der Fläche gesehen, erscheinen diese Eiweiss führenden Zellen der äussersten Gewebsschicht des Endosperms, der sogenannten Kleberschicht (*kk*) meist sechseekig, am Quersehnitt meist vieleckig, bald quadratisch, bald reehteekig mit radialer oder tangentialer Streckung.

Wesentlich vom Gewebe des Endosperm versehieden nach Form und Inhalt ist das Gewebe des Keims. Nach abwärts zeigt derselbe, von der Wurzelseheide umschlossen, eine Haupt- und meist einige Nebenwurzeln, nach aufwärts ein mehrblätteriges Haupt- und gewöhnlich noch einige Seitenknöspchen. Von seiner dem Eiweisskörper zugewendeten Seite erhebt sich ein im Ganzen sehildförmiger Auswuchs, das Schildchen, weleher die Bestimmung hat, während der Keimung aus dem Sameneiweiss die daselbst angehäuften Nährstoffe aufzunehmen und den wachsenden Theilen des Keimlings zuzuführen. Das Schildehen besteht aus einem Parenchym vielkantiger, dünnwandiger Zellen. Auf seiner dem Endosperm zugewandten Fläche trägt er eine einfache Schieht aus zartwandigen, aufrecht säulen- oder keulenförmigen Zellen (ein Epithelium) (Fig. 127) *ep ep*, welche gleich den Zellen des Schildparenchyms neben Fetttröpfchen und je einem Zellkern protoplasmatischen Inhalt führen. Zwischen diesem Schildehen-Epithel und den nächsten Stärkezellen des Endosperms *E* liegt eine Sehichte aus zusammengefallenen farblosen Zellen. Das übrige Gewebe des Keimes besteht wesentlich aus regelmässig angeordneten, mit protoplasmatischem Inhalt gefüllten Zellen.

Fig. 127



Schädliche Beschaffenheit und Verderbniss des Getreides.

Mancherlei Ursachen können dem Getreide eine schädliche Beschaffenheit mittheilen und sogar seine gänzliche Verderbniss veranlassen.

Nicht selten ist das Getreide schon während seines Wachsens und seiner Entwicklung auf dem Felde durch Pilze, welche die verderblichsten Getreidekrankheiten, Rost, Brand, verursachen, gefährdet; beim Lagern des gedroschenen Getreides auf Schuttböden und in Magazinen befallen es Insecten und andere Thiere; auch

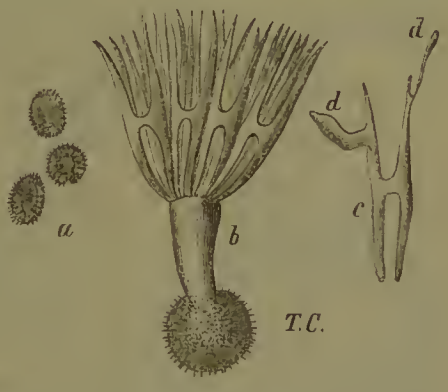
kann es bei mangelhafter Ventilation und grosser Feuchtigkeit der Getreidespeicher dumpfig werden, faulen und gänzlich verderben. Weiter erfährt das Getreide eine Werthverminderung und erwirbt eine gesundheitlich nachtheilige Beschaffenheit durch Samen gewisser Pflanzen, welche als Unkraut zwischen dem Getreide wachsen und beim Dreschen zugleich mit dem Getreidekorn ausgehülst werden.

Alle diese Umstände sind für die Hygiene von Interesse.

a) Krankheiten des Getreides.

Die verschiedenen Culturgräser werden von gewissen Pilzen befallen, welche häufig ausschliesslich oder mit besonderer Vorliebe die Blüthentheile oder selbst die bereits reifen und geernteten Früchte aufsuchen und dieselben, indem sie sich auf ihre Unkosten ernähren, mehr oder weniger vollständig zerstören. Von diesen Pilzen kommen für uns hauptsächlich jene in Betracht, die auch noch in der gedroschenen Frucht zu finden sind, und dort, wo sie in grösserer Menge auftreten, den Werth derselben überhaupt herabsetzen oder sogar dem daraus erzeugten Mehle gesundheitsschädliche Eigenschaften mittheilen. Es sind der sogenannte Kornbrand (Schmierbrand, Kornfäule), der Spitzbrand und das Mutterkorn.

Fig. 128.



Beim Schmierbrand, welcher vorzüglich den Weizen befällt (daher auch Weizenbrand genannt) dringt ein Pilz, Tilletia Caries, mit seinem Faden in das Innere des Fruchtknotens ein, dessen Gewebe er bis auf die äussersten Hüllen zerstört und dann Sporen erzeugt. Das Innere eines Brandkornes ist anfangs eine weiche, schmierige, schwarze, nach Häringslake riechende Masse (Schmierbrand, Stinkbrand) und trocknet dann sammt der Schale des brandigen Körnchens zu schwarzbraunem Staube (Staubbrand) ein*).

Die Sporen dieses Staubpilzes (Fig. 128 *a*) sind eiförmig, mit kleinen Stacheln und Borsten besetzt. Ihr Keimschlauch (*b*) entwickelt an seiner Spitze einen Wirtel von circa 10 Sporidien, deren je zwei durch ein Querband zu einem umgekehrten A verbunden sind. Diese Sporidien (*c*) fallen ab und treiben Keimschläuche und secundäre Sporidien (*d*), welche wieder der Ausgangspunkt eines neuen Myceliums werden.

Ein anderer Pilz, Ustilago carbo, erzeugt den Flugbrand, eine Krankheit, die weniger den Weizen, häufiger Gerste und Hafer befällt. Dieser Pilz zerstört nicht blos frühzeitig den ganzen Fruchtknoten, sondern er greift auch mehr oder weniger die Spelzen an, so dass zuletzt statt der fruchttragenden Rispe oder Achre kienrussähnliche Massen der Spindel aufsitzen, welche noch vor der

*) Vogl l. c. 36.

Ernte grösstentheils vom Winde vertragen werden (daher der Name Flug- oder Russbrand).

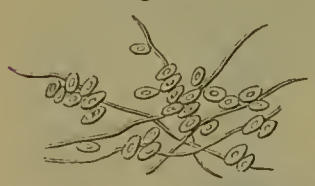
Die Sporen des Flugbrandes besitzen eine weit geringere Grösse (0·005 Millimeter) als jene des Kornbrandes, sind braun gefärbt, zeigen einen deutlichen Kern und sind an der Oberfläche glatt*). Neben den Sporen findet man auch Fädchen (Mycelium). (Fig. 129.)

Eine mit brandigem Korn reichlich verschene Frucht ist schwer verkäuflich, weil zu vielen Zwecken weniger brauchbar, da daraus bereitetes Mehl und Brot missfarbig oder dunkel gefärbt ist, ein fremdartiges Aussehen und einen schlechten Geschmack zeigt. Wirksame Massnahmen zur Verhütung dieser verderblichen Getreidekrankheiten zu treffen, ist Aufgabe der Landwirthschaft.

Die in gesundheitlicher Beziehung wichtigste Pilzkrankheit des Getreides ist jene, die durch den Mutterkornpilz bedingt wird.

An den Aehren mehrerer Grasarten, namentlich der des Roggens, entwickelt sich an Stelle einzelner Früchte sogenanntes Mutterkorn, eine Bildung, welche in ihrer Form einem Getreidekorn ähnelt, zur Reifezeit der Aehre ungefähr 1 Zoll lang, $1^1/_2$ Linien dick ist, von stumpf dreikantiger, gekrümmter, nach beiden Enden schmäler werdender Gestalt, mit 3 Längsfurchen versehen, äusserlich schwarzviolett, nach innen zu heller gefärbt. Häufig ist das Mutterkorn schwach bereift und trägt an der Spitze ein schmutzig weisses, haarig-flockiges Gewebe (das Mützchen). Das Mutterkorn entsteht dadurch, dass zur Blüthezeit der Aehre die in der Luft fliegenden Sporen (die staubähnlichen Samen) eines Pilzes, Claviceps purpurea Tulasne, auf die Narbe einzelner Blüthen gelangen, hier keimen und ihre Sporenschläuche in das Innere des Fruchtknotens der Roggenblüthe senden. Gleichzeitig mit dem weiteren Wachsthum des Roggenfruchtknotens entwickelt sich innerhalb desselben der Pilz, dessen Wachsthum das des Fruchtknotens rasch überholt. Der Mutterkornpilz muss verschiedene Entwicklungsstadien durchlaufen, bevor er die Form erreicht, in der er von Neuem Sporen bilden, fructificiren kann. Das zweite Stadium seiner Entwicklung ist das eben beschriebene Mutterkorn, welches die Botaniker als ein unfruchtbares Fruchtlager des eigentlichen Pilzes bezeichnen. Legt man frisches Mutterkorn in feuchten Sand und betrachtet man es nach Verlauf einiger Wochen unter der Lupe, so bemerkt man die Entwicklung des eigentlichen Pilzes, kleiner, purpurrother Knöpfchen, welche von einem Stiel getragen werden.

Fig. 129.



Durch Mutterkornbildung wird eine beträchtliche Anzahl von Früchten vernichtet; die wesentlichste Gefahr dieser Pilzwucherung besteht aber darin, dass bei unzureichender Ausscheidung der Mutterkörner das aus solchem Getreide bereitete Mehl gesundheitsnachtheilige Eigenschaften aufweist. Das Mutterkorn enthält nämlich Ergotin, eine Substanz, die giftige Wirkungen hervorruft. Der

*) Vogl bei Kick Mehlfabrication, Leipzig 1878, p. 36.

Genuss mutterkornhaltigen Brotes verursacht selten augenblicklich heftige Magendarmerscheinungen, meist geht die erste Verdauung gut von statten und die Wirkungen des Mutterkornes äussern sich erst nach 3—4 wöchentlichem Genuss in allgemeiner Schwäche, Kribbeln, Krämpfen, Delirien u. s. w. als sogenannte Kribbelkrankheit.

Gegenwärtig hat das Mutterkorn gewiss nicht mehr die Bedeutung, welche ihm bezüglich der Häufigkeit seines Vorkommens als Beimengung von Getreide und Mehl in früherer Zeit zukam. Ehemals mag es immerhin reichlicher und häufiger im Getreide und Mehl vorgekommen sein, jetzt wird eine solche Beimengung jedenfalls zu den grössten Seltenheiten gehören, denn, wenigstens für gewöhnlich, sucht man das Mutterkorn als gut bezahltes Arzneimittel sorgfältig aus, und entfernt es, wo ein Auslesen des Mutterkornes nicht stattfindet, mittelst Putzmaschinen in der Scheuer und in der Mühle nahezu vollständig aus dem Getreide.

b) Feinde des Getreides.

Von den niederen Thieren sind es vorzüglich die Larven zweier Käfer und eines Schmetterlinges, welche an dem reifen, bereits aufbewahrten Getreide die grössten Verwüstungen anrichten, und zwar die Larve des Getreide-Samenfressers, des Getreide-Samenstechers und der Kornmotte*).

Der gefährlichste Gast der Kornspeicher ist der Getreide-Samenfresser, Sitophilus granarius, ein 3—4 Millimeter langer, etwa 1·5 Millimeter breiter, schwarzer bis dunkelrothbrauner Rüsselkäfer, dessen Kopf sich zu einem dünnen, sanft gebogenen Rüssel verlängert, der unmittelbar vor den Augen die gekrümmten, gleich den Beinen rostbraunen Fühler trägt. Das Halsschild ist länger als breit, fein längsrunzlig, die am Ende abgerundeten Flügeldecken sind tief punktirt gestreift. Die fusslose, gekrümmte Larve, als schwarzer Kornwurm bekannt, ist weiss mit braunem Kopfe; die Puppe schlank, weiss.

Die Käfer stammen aus dem Orient, überwintern aber auch bei uns auf Kornböden, begatten sich im Frühjahr, worauf das befruchtete Weibchen in das Korn ein Loch bohrt und die Eier hineinlegt.

Die Kornhaufen sollen vorzüglich an der Südseite angegriffen werden. Nach 10—12 Tagen schlüpft die Larve aus, frisst nun den ganzen Inhalt des Korns auf, blos die leeren Hülsen zurücklassend, in denen sie sich einpuppt. Zehn Tage später verlässt der entwickelte Käfer die Puppe und greift nun selbst die Getreidefrucht an. Es erfolgt nun abermals Begattung und im September desselben Jahres erscheint die zweite Generation, die dann überwintert.

Weniger gefährlich als der Getreide-Samenfresser ist der Getreide-Samenstecher, Apion frumentarium, ein gleichfalls kleiner, höchstens 2—3 Millimeter langer Rüsselkäfer von gelbrother

*) Vogl bei Kick l. c. 39.

Farbe, mit birnförmigem Leib, langem, dünnem Rüssel und geraden, ungebrochenen Fühlern.

Das befruchtete Weibchen legt im März in je ein Korn ein Ei. Die ausbrechende Larve, der sogenannte rothe Kornwurm, zehrt bis in den Monat Juni an dem Mehlkörper, verpuppt sich dann, worauf vier Wochen später der entwickelte Käfer herausschlüpft.

Der sogenannte weisse Kornwurm ist die Raupe der Kornmotte, Tinea granella; letztere ist ein sehr kleiner, 5 Millimeter langer, 13 Millimeter breiter Schmetterling, mit silberweissen, dunkelbraun bis schwarz marmorirten Vorder- und glänzend weissgrauen Hinterflügeln. Die Motte fliegt Abends und Nachts vom Mai bis Mitte Juli auf Kornböden herum. Die Raupe misst ausgewachsen 9 Millimeter in der Länge, ist beinfarben, sechzehnfüssig, besitzt einen hornigen, hellgrauen Kopf und ein ähnliches Rückenschild. Im September spinnt sie sich in hohlen ausgefressenen Getreidekörnern oder in den Ritzen der Dielen und Balken ein Gehäuse von der Grösse eines Roggenkornes, in welchem sie überwintert. Im März bis Mai des nächsten Jahres verwandelt sie sich in eine 5·5 Millimeter lange, bräunlichgelbe Puppe mit borstigem Hinterleib. Nach 2—3 Wochen schlüpft der Schmetterling heraus.

Diese Insecten verzehren den Mehlkörper und verunreinigen den Rest des Getreides durch ihre Excremente. Der materielle Schaden kann ein sehr bedeutender werden. Um die Insecten zu vernichten, hat man hie und da das Besprengen der Fruchthaufen mit gelösten giftigen Substanzen (namentlich mit Kupfervitriol, Sublimat, arseniger Säure) angewendet. Ein solches Verfahren muss kategorisch verboten werden, da das aufgespritzte Gift eintrocknet, an den Körnern haften bleibt und mit in das Mehl und in die Speisen gelangt. Auch erfüllt es gar nicht seinen Zweck, da eben nur die vergifteten Körner von den Insecten gemieden werden. Besser ist das Einreiben der Dielen und das Belegen der Fruchthaufen mit stark riechenden Pflanzen (Sambucus, Mentha). Das beste Mittel ist aber fleissiges Umschaufeln der Fruchthaufen und Lüften des Speichers, da diese Insecten, namentlich Apion frumentarium, gegen Luft, Licht und Bewegung sehr empfindlich sind. Sehr vortheilhaft erweist sich deshalb gegen diese Insecten die Anwendung der Getreideputzmaschine. Haben sich einmal diese Insecten in grösserer Menge angesiedelt, so bleibt oft nichts übrig, als die Körner einer höheren Temperatur (etwa 60%) auszusetzen, um die Larven und Puppen zu tödten.

Noch wäre eines Getreideverderbers zu erwähnen, eines kleinen Thierchens, aus der Ordnung der Fadenwürmer (Nematoden), des Weizenälchens, Anquillula tritici. Dieses Thierchen ruft eine eigenthümliche Erkrankung des Getreidekornes hervor, die unter dem Namen „Gichtig- oder Radigwerden" des Weizens bekannt geworden ist. Das kranke Korn ist missgestaltet, oft ganz unregelmässig, theilweise von schwarzbrauner Farbe, eingeschrumpft, runzlig; die dicke und harte Schale umschliesst statt Mehl eine gelblichweisse Masse von faserig staubiger Beschaffenheit, welche,

mit Wasser befeuchtet, unter dem Mikroskope kleine, etwa 0·86 Millimeter lange, 0·006 Millimeter dicke, fadenförmige, nach beiden Enden schwach verschmälerte Thierchen wahrnehmen lässt, welche nach kurzer Zeit mehr oder weniger lebhafte Bewegungen ausführen.

Diese im kranken Korn vorkommenden Weizenälchen sind die geschlechtslosen, unentwickelten Formen, gleichsam die Larven der geschlechtsreifen entwickelten Thiere. Wird das radig gewordene Korn ausgesäet, so werden die Weizenälchen nach Zerstörung der Fruchthülle in Folge der Fäulniss im feuchten Boden frei, begeben sich auf die jungen Weizenpflanzen, wo sie sich zwischen den Blattscheiden aufhalten und gelangen schliesslich in die Blüthenstände. Hier dringen sie in die jungen, noch weichen Fruchtknoten ein, werden dann geschlechtsreif (die Männchen messen 2, die Weibchen bis $4^1/_2$ Millimeter), begatten sich und sterben nach dem Eierlegen ab. Aus den Eiern entwickeln sich in der auswachsenden Frucht die oben beschriebenen geschlechtslosen Larven.

Bemerkenswerth ist die grosse Lebenszähigkeit dieser Thierchen, welche in vieler Beziehung sich den bekannten, naheverwandten Trichinen analog verhalten. Sie vertragen eine Temperatur von über 52° C. und andererseits den stärksten Frost, ohne getödtet zu werden; ebenso können sie eingetrocknet jahrelang ihre Lebensfähigkeit bewahren, durch Befeuchtung und einige Wärme erwachen sie dann zu neuem Leben.

Der Genuss radigen Kornes ist zwar, so weit darüber die Erfahrungen reichen, weder dem Menschen noch den Thieren gesundheitsschädlich, gewiss ist aber, dass nicht Jeder mit Lust ein Mehl geniessen wird, wenn ihm bekannt ist, dass es Fadenwürmer enthält. Zudem ist nachgewiesen, dass die Weizenälchen aus dem gichtigen Getreide unverschrt in's Mehl übergehen können.*)

c) Verunreinigungen des Getreides.

Abgesehen von Staub, Sand, Spreu, Stroh finden sich als Verunreinigungen im Getreide verschiedene Unkrautsamen, unter welchen manche erwiesenermassen gesundheitsschädlich sind, insbesondere die Samen von Lolium temulentum (Taumellolch) und von Agrostemma Githago. Die Loliumsamen sind dem Hafer ähnlich, aber grau, dabei etwas schmäler und spitziger. Sie enthalten ein scharf narkotisches Gift, dessen Natur noch nicht untersucht ist. Unter Kornrade versteht man die rundlich nierenförmigen, gerundet kantigen, an der Oberfläche von regelmässig gereihten Höckerchen rauhen, schwarzen oder dunkelbraunen, seltener orangegelben oder braunrothen Samen von Agrostemma Githago. Sie bergen innerhalb der dünnen, spröden Samenschale einen gelbgrünlichen Keim, welchen ringförmig ein reinweisses, mehliges Eiweiss (Endosperm) umgibt. Diese Samen enthalten ein schon in kleiner Menge heftig wirkendes Gift, Githagin genannt, ein Körper, der in chemischer Beziehung dem Saponin sich ähnlich verhält.

*) Vogl bei Kick l. c. 41.

Die übrigen im Getreide vorkommenden fremden Samen sind insofern von Bedeutung, als sie den Nährstoff eines bestimmten Gewichtes Getreide herabsetzen und das aus dem Mehle von solchem Getreide bereitete Gebäck in Farbe und Geschmack nachtheilig verändern. So färben Erbsen das Mehl und Brot gelb und machen es minder schmackhaft; Wicken machen das Mehl dunkel und für Gebäck wenig geeignet; Rodel färbt es blau, desgleichen der Wachtelweizen (Melampyrum arvena), letzterer gibt dem Mehle auch einen bitteren Geschmack.

d) Oelen des Weizens.

In jüngster Zeit kommt nicht selten im Handel Weizen vor, der mit Rüböl eingeölt worden ist, um ihn zu höheren Preisen verkäuflich zu machen. Beim Weizen steigt der Preis der Gewichtseinheit mit dem grösseren specifischen Gewichte des Kornes. Durch das Einölen erhält der Weizen ein scheinbar grösseres specifisches Gewicht. Die eingeölten Körner sind nämlich glatt, legen sich dicht an einander, wodurch das Gewicht eines mit solchem Weizen gefüllten Messgefässes grösser ausfällt, als wenn es mit ungeölten Körnern gefüllt wird, weil im ersteren Fall mehr, im zweiten weniger Körner darin Platz finden.

Die geölten Körner erscheinen glänzend und glatt; aber selbst das geübteste Auge kann kaum eine Spur von Oel daran erkennen.

Zur Unterscheidung des geölten vom nicht geölten Weizen schüttelt man in einem völlig reinen und trockenen Gläschen den zu untersuchenden Weizen mit einer kleinen Menge des zum Bedrucken der Etiquettes u. s. w. angewendeten feinst gemahlenen Broncepulvers. Darauf schüttet man auf trockenes Filtrirpapier den Weizen aus und reibt denselben damit. Im Falle derselbe geölt ist, vergoldet er sich dabei schön; im entgegengesetzten Falle reibt sich das Broncepulver wieder ab*).

e) Aufbewahrung des Getreides.

Die möglichste Trockenheit des Getreides ist die Grundbedingung für gute Erhaltung desselben beim Aufbewahren. Wie alle organischen Substanzen enthält auch vollkommen trockenes Getreide noch 10 bis 12% Wasser und zieht überdies aus der Luft Feuchtigkeit an. Das Feuchterwerden bedingt schädliche Veränderungen des Getreides, von denen das Auswachsen (Keimen) und die Fäulniss die belangreichsten sind.

Das Keimen erfolgt auf Kosten des Mehlkörpers und also auch des Nahrungswerthes, welcher bis auf die Hälfte sinken kann, indem das Amylum, zum Theil in Cellulose umgewandelt wird. Durch Trocknen, Lüften kann man den begonnenen Keimungsprocess unterbrechen. Solches Getreide, soll es noch zu Nährzwecken des Menschen dienen, muss vollständig getrocknet und in der Mühle gekoppt werden, d. h. es wird durch eine grobe Ver-

*) Himly, Chemisches Centralblatt 1879, p. 715.

mahlung von Keimen und Würzelchen befreit. Der rückständige Rest des Mehlkörpers wird sodann nach seinem Gewichte in Bezug auf den Nahrungs- und Preiswerth geschätzt.

Fäulniss des Getreides wird ebenfalls durch übermässige Feuchtigkeit, Wärme und mangelhaften Luftzutritt verursacht. Das Getreide zeigt einen widerlichen, dumpfigen Geruch, die Körner schwellen theilweise an, verändern ihre Consistenz, an ihrer Oberfläche bildet sich Schimmel, der Mehlkörper wird missfarbig. Nur beim leichtesten Grade dieser Verderbniss, dem einfachen Dumpfigwerden kann das Getreide nach gehöriger Lüftung und Trocknung noch zur Nahrung für Menschen benützt werden, alle höheren Grade der Fäulniss gestatten im günstigsten Falle nur seine Verwendung als Viehfutter.

Das Getreide lässt sich auf Schüttböden, wenn diese luftig, trocken, kühl sind, sowie auch in sogenannten Silos (tiefe, in die Erde gegrabene oder in Felsen gehauene, auch gemauerte oder metallene Behälter) lange Zeit ohne Veränderung aufbewahren.

Mehl.

Von den verschiedenen Getreidesorten werden insbesondere Weizen und Korn zur Mehlfabrication verwendet. Was als Mahlgut in die Mühle kommt, besteht nicht lediglich aus lauter reinen und gesunden Getreidekörnern, sondern enthält alle jene fremdartigen Beimengungen, von welchen bereits beim Getreide die Rede war. Insbesondere kommt das Getreide mit wechselnden Mengen von Erde, Steinchen, Spelz, Stroh, Stengelresten, Eisentheilchen, fremden Samen, halb und ganz faulen Körnern, Sporen, Mycelien, Insecten, deren Eiern und Excrementen, mit Mäusekoth u. s. w. mehr oder weniger behaftet in die Mühle.

Durch die Einrichtungen, welche die modernen Mühlen besitzen, wird der beiweitem grösste Theil der dem Getreide anhaftenden Unzugehörigkeiten weggebracht. Eine vollständige Beseitigung alles dessen, was nicht normales Korn ist, ist zwar bis heute noch nirgends erreicht und dürfte wohl immer ein blosser Wunsch bleiben; immerhin aber ist es überraschend, welche Erfolge die Mühlenindustrie der Neuzeit gerade darin aufzuweisen hat, vor dem eigentlichen Vermahlen des Getreides das Fremdartige zu entfernen. Die erstaunlich grossen Staubmassen, welche gut eingerichtete Mühlen mit ihren Maschinen aus dem Getreide abscheiden, lehren am besten, wie viel Schmutz im Getreide des Handels vorhanden ist und wie qualitativ verschieden das Mehl jener Mühlen sein muss, die noch nach dem alten Style arbeiten und das Getreide mit allen oder den meisten Beimengungen vermahlen.

Das Mahlen des Getreides geschieht entweder mit Hilfe von Mahlsteinen (aus Sandstein, Basalt, Quarzfels, wobei Gyps als Kitt dient), oder mittelst Eisenwalzen. Beim Mahlen schleift sich die Stein- und die Kittmasse ab und zwar um so leichter, je weicher der Mühlstein und je härter und trockener das Mahlgut ist. Es

variirt deshalb die Menge der durch Abschleifen dem Mehle sich beimengenden Steinbestandtheile sehr bedeutend: 1 Theil Sand auf 2000 bis 8000 Theile Mehl.

Damit die Mahlsteine gut functioniren, müssen sie in besonderer Weise gesehärft werden. Die Arbeiter, die mit diesem Geschäfte betraut sind, leiden viel durch Steinstaub. In neuerer Zeit führen diese Arbeiten Maschinen aus.

Durch das Mahlen werden die Körner zerkleinert und zerrieben und das so erhaltene Pulver wird durch Cylindersiebe mit verschieden weiten Löchern in feinere und gröbere Mehlarten und in Kleie getrennt. Es gelingt bei den gegenwärtigen, obgleich schon sehr verbesserten Mühlvorrichtungen noch nicht, eine vollständige Trennung der Cellulose von Kleber und Stärke zu bewirken; der eigenthümliche Bau des Getreidekornes macht das erklärlich. Es bleibt vorderhand ein noch zu erstrebendes Ideal, die unverdauliche und demnach werthlose Hülle des Kornes und nur diese allein zu beseitigen und alles Andere zu erhalten.

Beim Mahlen steigt die Temperatur so hoch, dass ein Theil des Amylums in Dextrin, Zucker und in organische flüchtige Säuren umgewandelt und innerhalb des Mahlganges Wasserdampf gebildet wird. Die Säurebildung macht sich dadurch bemerkbar, dass die Luftfänge, die man in besseren Mühlen, um ein hohes Steigen der Temperatur zu verhüten, bei den Steinen angebracht hat, und die meist aus Eisenblech sind, sehr rasch angegriffen und zerfressen werden. Die durch die Erhitzung und durch die Wasserverdunstung entstandenen Veränderungen des Fabricates setzen sein Aussehen und seine Haltbarkeit herab. Man hat deshalb diesen Uebelstand zu beseitigen gesucht und ist letzteres seit Kurzem vorzüglich gelungen und zwar dadurch, dass man durch ein Aspirationssystem so viel Luft durch den Mühlgang hindurchsaugt, dass eine genügende Abkühlung und Austroeknung der Luft stattfindet.

In ein neues Stadium ist die Müllerei durch die Einführung der Walzenstühle getreten, bei welchen das Getreide nach geschehener Reinigung durch ein System von Walzen läuft. Die Vortheile dieses Systems bestehen in der Vereinfachung des ganzen Mühlenbetriebes, in der Beseitigung sämmtlicher Griesputzmaschinen, in der Erzielung eines grösseren Quantums hellen, reinen Mehles und in der Unmöglichkeit, die Qualität desselben durch die Vermahlung zu verderben.

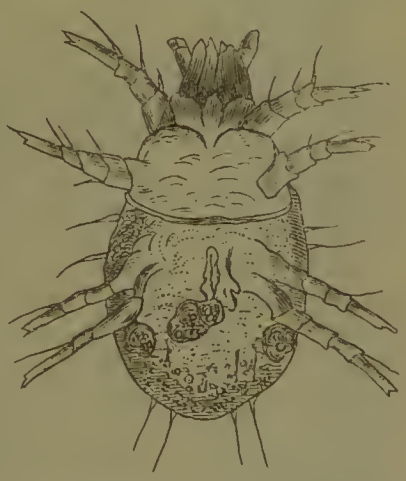
Ueberhaupt zeigt es sich, dass je mehr die Mühlenbesitzer sich den jeweiligen Fortschritten der Technologie anschliessen, desto günstiger sich die sanitären Seiten der Mehlindustrie gestalten und zwar sowohl in Bezug auf die Verminderung der Gefahren für die Arbeiter (die neuen Mühleinrichtungen schützen besser vor Staub, Feuersgefahr) als mit Rücksicht auf das Interesse des Mehl consumirenden Publicums, dem hiedurch bessere Mehlqualitäten geboten werden.

Aufbewahrung des Mehles.

Mehl ist lange Zeit haltbar, wenn es trocken ist und in trockenen, luftigen Räumen lagert. Künstliches Trocknen des Mehles (mittelst Malzdarre) hat öligen ranzigen Geschmack des Mehles zur Folge.

Trockenes Mehl leidet weniger durch Insecten. In feuchten Mehlen findet man häufig eine Milbenart (Acarus farinae), ein winziges Thierchen aus der Classe der Spinnen mit langgestreckt eiförmigem Leib, am Rücken mit langen Borsten versehen, und mit vier röthlichen Beinpaaren. Ein milbiges Mehl schmeckt bitter; ob es gesundheitsschädlich ist, wissen wir nicht. Ausser Mehlmilben kommen im lagernden Mehl noch vor: Der Mehlkäfer, die Schaben und der Zuckergast. Am häufigsten trifft man den Mehlkäfer (Tenebrio molitor), der braun, bis pechschwarz ist, 14 bis 18 Millimeter lang, eilfgliedrige schnürförmige Fühler und flach gewölbte, gestreift punktirte Flügeldecken zeigt. Die als Mehlwurm bekannte Larve besitzt sechs Beine. Die Küchenschaben und der Zuckergast gehören zur Ordnung der Geradflügler. Alle diese Insecten sind lichtscheue, nur an dunklen Orten sich aufhaltende Thiere. Die besten Schutzmittel sind grosse Reinlichkeit, guter Verschluss und fleissige Lüftung.

Fig. 130.



Wenn auf Mehl Feuchtigkeit und Wärme ungehindert einwirken, zersetzt es sich leicht. Es ändert die Farbe, Consistenz, Geruch und Geschmack. Der Geruch wird dumpfig, der Geschmack ranzig, die Farbe grau; es bilden sich Schimmelpilze anfangs auf der Oberfläche, später auch in der Tiefe und das Mehl verwandelt sich in eine äusserst übelriechende, widrig bitter schmeckende, schmierige, stellenweise klumpige, bräunliche oder grünliche Masse. Schon ein geringes Dumpfigsein macht sich durch den Geschmack des daraus bereiteten Gebäckes fühlbar. Ein höherer Grad von Verderbniss macht das Mehl gänzlich unbrauchbar.

Untersuchung des Mehles.

Die Prüfung des Mehles gehört unter Umständen zu den schwierigsten Aufgaben der hygienischen Praxis. Es ist vorerst zu berücksichtigen, dass nicht nur allein das Mehl verschiedener Getreidearten unter sich verschieden ist, sondern dass auch die nämliche Getreidcart Mehl verschiedener Qualität liefern kann. Es hängt das namentlich von dem Boden ab, der das Getreide erzeugte, von dem Alter und insbesondere von der Art der Vermahlung. Die Bestimmung der einzelnen chemischen Bestandtheile des Mehles: Eiweiss, Fett, Stärke, Cellulose, Asche hat deshalb nur einen relativen Werth und reicht für hygienische Zwecke nicht aus. Solche

Untersuchungen liefern wohl in physiologischer Beziehung verwerthbare Resultate, genügen aber nicht, um über praktische Fragen der Hygiene befriedigende Aufschlüsse zu geben.

In dieser Beziehung handelt es sich ausserdem noch darum, ob das fragliche Mehl unverdorben, backfähig, unverfälscht ist und keinerlei gesundheitsnachtheilige Eigenschaften aufweist. Mit Rücksicht auf diese Bedürfnisse des hygienischen Standpunktes mögen nachfolgende Methoden angeführt sein.

Prüfung auf Verderbniss des Mehles.

Während gutes Mehl einen milden Geruch, einen milden, kaum merklichen Geschmack, eine weisse (bei feinem Weizenmehl in's Gelbliche spielende) Farbe besitzt und sich zwischen den Fingern zart und fein anfühlt, findet man bei verdorbenem Mehl den Geruch verändert, den Geschmack scharf, unangenehm, die Farbe matt röthlich und beim Griff ein Gefühl, das Klumpigsein des Mehles andeutet.

Weitere Anhaltspunkte, ob ein Mehl verdorben ist, kann man durch Bestimmung der löslichen Substanzen desselben erhalten. Gesundes Mehl enthält etwa 5% im Wasser lösliche Theile; im verdorbenen, beim Mahlen überhitzten, oder aus gekeimtem Getreide stammenden oder bei der Aufbewahrung feucht gewordenen Getreide findet man grössere Mengen (bis 18%) löslicher Substanzen.

Die Untersuchung auf die löslichen Bestandtheile kann zweckmässiger Weise mit der Untersuchung auf die Hülsenmenge combinirt werden. Durch Ermittlung des Hülsengehaltes und Vergleich mit dem Hülsengehalt eines normalen Mehles gewinnt man Aufschlüsse, ob bei der Vermahlung mehr oder weniger Kleie abgeschieden wurde. Einen auffällig grossen Hülsengehalt findet man nicht selten bei billigen Sorten von Roggenmehl, weil durch Entnahme eines Theiles des feinen, weissen Mehles der Kleiengehalt relativ ein grösserer wird.

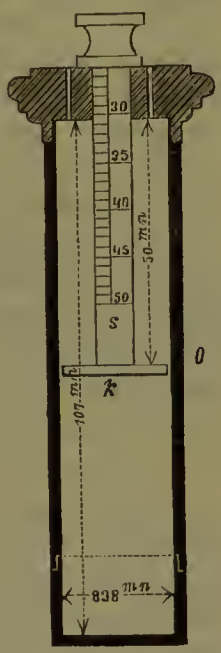
Die Untersuchung auf die löslichen Bestandtheile und auf die Hülsensubstanz wird in folgender Weise ausgeführt: Sämmtliche lösliche Substanzen werden durch vollständige Extraction des Mehles mit Wasser und Wiegen des filtrirten Wasserauszuges bestimmt. Will man die Natur und das Mischungsverhältniss der löslichen Bestandtheile kennen, so wird der wässerige Auszug gekocht, wodurch das lösliche Eiweiss coagulirt wird. Dieses wird auf einem Filter gesammelt, gewaschen und gewogen. Durch Eindampfen der von dem Eiweiss abfiltrirten Flüssigkeit erhält man die Gesammtmenge von Dextrin, Zucker und löslichen Salzen. Der die unlöslichen Mehlbestandtheile enthaltende Filterrückstand wird mit säurehaltigem Alkohol degenerirt und dann mit verdünnter Schwefelsäure gekocht. Hierdurch wird das Stärkemehl aufgelöst und die Hülsen bleiben zurück; diese werden ausgewaschen und nach dem Trocknen gewogen. Der Gehalt an Stärke wird aus dem Verlust gefunden.

Prüfung auf die Backfähigkeit des Mehles.

Es kann Mehl in Farbe, Griff, dem Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung, ja selbst der chemischen Analyse nach als tadellos erscheinen und doch für die Verwendung mit Fehlern behaftet sein. Ein solcher Fehler ist das „Fliessen, Laufen", des aus dem Mehle hergestellten Teiges. Der Teig bleibt nicht gehörig hoch, sondern er geht in die Breite. Dieser Fehler kann sehr verschiedenen Ursachen entspringen. Er findet sich bei Weizenmehl aus brandigem Weizen oder aus solchem, welcher mit Allium (wildem Knoblauch) verunreinigt war, oder auf einem Felde wuchs, welches stark mit Schafdünger gemistet wurde; endlich auch bei Weizenmehl, dem Gerstenmehl beigemengt wurde.

Die Qualität und Verwendbarkeit eines sonst guten Mehles wird weiter durch die bei unzweckmässiger Aufbewahrung sich einstellenden Vorgänge in der nachtheiligsten Weise alterirt. Dem Kleber zunächst kommt die Eigenschaft des Getreidemehles zu, mit Wasser einen zusammenhängenden zähen Teig zu bilden. Diese Eigenschaft aber büsst der Kleber bei der Verderbniss des Mehles leicht ein. Man kann annähernd über die gute Beschaffenheit des Mehles, beziehungsweise des Klebers sich Licht verschaffen, wenn man eine kleine Portion desselben mit so viel Wasser innig knetet, als zum Teigmachen für Gebäck gebraucht wird, und die Elasticität des Teiges durch Druck mit den Fingern prüft. Diese Elastieität ist aber z. B. bei dem Mehle des Weizens grösser, als beim Roggenmehl, eine geringe Zähigkeit kann darum ebensogut einem Zusatze fremden Mehles, als der Verderbniss unverfälschten Mehles zugeschrieben werden, worüber erst durch die weiteren Untersuchungsresultate entschieden werden kann.

Fig. 131.



Ausser dem eben erwähnten Verhalten des nassen Klebers kann als weiteres Erkennungszeichen für die Güte desselben starkes Aufblähen bei plötzlicher Erhitzung auf 150 bis 160° betrachtet werden. Man kann den nassen Kleber in beiläufiger Kugelform auf eine Tasse legen und in einen Backofen oder ein Luftbad bringen, welche auf 150° erwärmt sind und man wird einen vielmal grösseren, sehr porösen Kuchen erhalten (Kleberbrod).

Hierauf beruht die Boland'sche Mehlprobe. Bei ihr wird die erörterte Kleberabscheidung in Verbindung mit einer Backprobe in Boland's Alcurometer durchgeführt (Fig. 131).

70 Gramm Mehl werden in Teig verwandelt, wodurch man bei kleberreichem Mehl 100 bis 110 Gramm Teig erhält, aus welchem sich durch ein circa 45 Minuten erforderndes Auskneten 20 bis 25 Gramm nassen Klebers abscheiden lässt. Hievon werden 15 Gramm abgewogen, in Form eines kleinen Cylinders gebracht und nach

dem Einrollen in feines Stärkepulver in den Backeylinder des Apparates gegeben. Die beistehende Figur zeigt diesen Cylinder *C* in verkleinertem Massstab und man ersieht, dass ein kleines Kölbchen *k* an der Stange *s* in dem Cylinder leicht beweglich ist. Dieses Kölbchen wird, wenn der Cylinder in ein auf 150° C. erhitztes Oelbad gebracht wird, durch den sich aufblähenden Kleber gehoben. Die aus dem Kleber entweichenden Wasserdämpfe können durch die im Deckel angebrachten Löcher *i* entweichen. Nach circa zwei- bis dreistündiger Erhitzung ist der Kleber vollkommen getrocknet und der Kolben wird eine bestimmte Stellung einnehmen, so dass die getheilte Stange *s* bis zu einem gewissen Theilstriche sichtbar ist, nach welchem man dann die Steigkraft des Klebers bezeichnet. Die Anzeige des Aleurometers kann leicht um 2 bis 3 Grade ungenau sein, da sie abhängig ist von der Art des Einfüllens des Klebers, von dem richtigen Temperaturgrade des Oelbades u. dgl. Man hat den in Stärke eingehüllten Kleber in den Cylinder *C* einzuschieben, durch Aufstossen des letzteren in dem unteren Cylindertheil zu richtigem Anschlusse an die Wände zu bringen und wenn der Kleber den Kolben zu heben beginnt, durch einmaliges schwaches Niederdrücken desselben die Oberfläche des Klebers abzugleichen, um die Bildung von Spitzen, welche eine zu hohe Anzeige bedingen würden, zu hindern.

Das Oelbad, in welches man den Aleurometer einsenkt, muss bereits auf eine Temperatur von 150° C. gebracht sein, bevor man den Backeylinder einsetzt. Um den gebackenen Kleber leichter aus dem Cylinder entfernen zu können, wird dieser vorher etwas eingefettet*).

Bestimmung des Wassergehaltes.

Das Mehl besitzt die Fähigkeit, aus der Luft grosse Mengen von Feuchtigkeit aufzunehmen, ohne dass es kennbar wäre. Trockenes aus der Mühle kommendes Getreide kann beim Aufbewahren in feuchten Räumen durch Wasseraufnahme um 5 bis 10% an Gewicht zunehmen. Nicht selten benützen Mehlhändler diese Eigenschaft in betrügerischer Absicht und lagern bezogenes Mehl in feuchte Locale, um an Gewicht zu gewinnen.

Es ist durch eine grosse Reihe von Versuchen constatirt, dass der Wassergehalt normaler Mehle von 8 bis 18% variirt. Es kann demnach erst ein über 18% hinausgehender Wassergehalt als Beweis eines absichtlichen Wasserzusatzes gelten.

Zur Bestimmung der Feuchtigkeit des Mehles trocknet man eine gewogene Menge desselben bei 110 bis 120° C. Der Gewichtsverlust entspricht dem Wassergehalt.

Nachweis mineralischer Beimengungen.

Erdige Beimengungen werden durch Einäscherung einer abgewogenen Mehlmenge bestimmt. Die Veraschung lässt sich in kurzer Zeit vollenden, wenn man das Mehl, mit dem gleichen

*) Kick, die Mehlfabrication, Leipzig 1878, S. 338.

Gewicht salpetersaurem Ammoniumoxyd gemengt, in einer Platinschale glüht.

Der bei der Einäscherung zurückbleibende Rückstand besteht ausser den Aschenbestandtheilen des Getreides, welche im normalen Mehle 1 bis $1^1/_2\%$ betragen, noch aus solchen Sandtheilen, welche entweder von ungenauer Reinigung des Getreides oder vom Steinstaub der Mühlsteine herrühren. Man wird also mit Hinzurechnung zufälliger erdiger Theile annehmen dürfen, dass ein Mehl, welches nicht mehr als 2% unverbrennliche Bestandtheile enthält, normal sei.

In neuerer Zeit kommt im Handel häufig Getreidemehl vor, welches mit Mineralsubstanzen zur Vermehrung des Gewichtes gemischt ist. Hauptsächlich sind es Gyps, Schwerspath, Thon, kohlensaurer Kalk und gepulverter Quarz, welche als Verfälschungsmittel in Anwendung kommen. Der Zusatz von Gyps ist bis zu einer Höhe von 30% beobachtet worden, während Schwerspath manchmal zu 16 bis 20% dem Mehle beigemischt wird*).

Derartige Zusätze vermehren um ebensoviel, als sie dem Mehle einverleibt wurden, den unverbrennlichen Rückstand. Was demnach mehr als 2% an Asche im Mehl gefunden wurde, muss als unzugehörig betrachtet werden.

Bei der Häufigkeit dieser Art von Fälschungen ist es von Wichtigkeit, eine Methode zu haben, nach welcher in solchen Mehlen das Vorhandensein dieser Fälschungsmittel schnell und einfach nachgewiesen werden kann. Ein solches Verfahren ist das Schütteln einer Portion des stark angefeuchteten Mehles mit Chloroform. Das Mehl sammelt sich, weil speeifisch leichter als Chloroform im obern Theile des Chloroforms an, während die Verunreinigungen sich auf dem Boden des Schüttelgefässes (eines gewöhnlichen Proberöhrchens) ansammeln.

Wiederholt ist im Mehl Blei gefunden worden. Manche Müller pflegen nämlich Vertiefungen in der Mahlfläche der Mühlsteine mit Blei auszugiessen. Beim Abreiben der Steine wird auch das Blei abgerieben, das in das Mehl gelangt und dieses gesundheitsgefährlich macht. Zum Nachweis des Bleies wird Mehl eingeäschert und in der Asche das Blei nach den analytischen Regeln bestimmt.

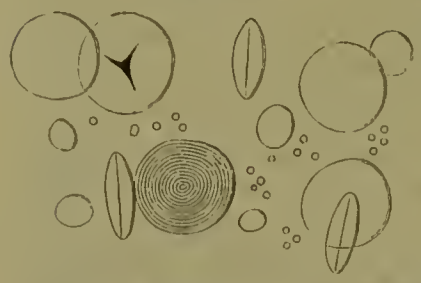
Nachweis der Fälschung des Mehles durch Beimengung billiger Mehlsorten.

Diese Untersuchung wird am besten mit Hilfe des Mikroskopes vorgenommen. Es sei erwähnt, dass Beimischungen anderer Mehle meist nur beim Weizenmehl und das nur selten vorkommen, da das Beimischen anderer Mehle dem Consumenten bei Prüfung der Mehlwaaren und bei der Verwendung des Mehles zu Speisen leicht erkennbar wird, und überdies Erbsen-, Linsen-, Bohnenmehl nicht

*) Gesetz l. c. 84.

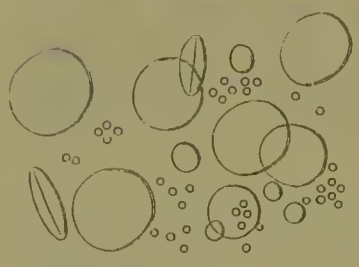
viel billiger als Weizenmehl ist. Weiter ist nicht zu übersehen, dass die Trennung des Getreidesamens verschiedener Art sowohl auf der Dreschtenne wie auf dem Mühlsteine keine so sorgfältige zu sein pflegt, dass in einem Weizenmehl sich einige wenige Roggen-Formelemente, im Roggenmehl einige Formelemente des Weizens, der Gerste und des Hafers nicht auffinden lassen sollten. Wo eine Verfälschung oder Unterschiebung eines fremden Mehles zu constatiren ist, muss also auch auf die Zahl der fraglichen Formelemente Rücksicht genommen werden.

Fig. 132.



Man bedient sich bei der mikroskopischen Untersuchung des Mehles einer Vergrösserung von 300 bis 400 und beachtet vorzüglich eine gleichförmige Vertheilung des Mehles, da bei nur etwas dichter Lage der Theilchen jede Beobachtung unmöglich wird. Empfohlen wird jene Vertheilung, welche man erhält, wenn die kleine Mehlprobe auf einen auf das Objectglas gegebenen Wassertropfen gestreut und durch einen sehr feinen Wasserstrahl aus einer haarfein ausgezogenen Pipette damit gemengt wird.

Fig. 133.



In jedem Mehle finden sich alle jene Theile wieder, aus welchen das Getreide besteht, das zur Mehlbereitung diente. Man findet aber in feinen Mehlen die inneren Theile des Kornes weitaus vorherrschend und je ordinärer (dunkler gefärbt) die Mehle werden, umsomehr enthalten dieselben Theilchen der Schale. Das Vermahlen des Roggens geschieht nie so sorgfältig, wie das des Weizens; das Roggenmehl enthält aus dem Grunde grössere Mengen der äusseren Umhüllung, ist auch stickstoffreicher, liefert mehr Asche und zeigt ein dunkleres Aussehen.

Fig. 134.

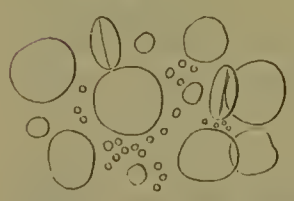


Fig. 135.

Für die mikroskopische Untersuchung des Mehles sind die wichtigsten Formelemente die Stärkekörnchen. Bestehen die Stärkekörnchen des zu prüfenden Mehles aus einfachen, gerundeten Formen, so kann das Mehl aus Weizen, Roggen oder Gerste hergestellt sein.

Die Roggenstärkemehl-Körnchen sind verschieden gross, oval, die grösseren zeigen oft einen ein- bis viermal linear- oder kreuzförmig gestreiften Nabeldurchmesser (Fig. 132) von 0·036 bis 0·047 Millimeter.

An den Weizenstärkemehl-Körnchen ist der Nabel undeutlich und bei 200facher Vergrösserung als eine punktförmige Vertiefung zu erkennen. Sie sind von zweierlei Grösse, rund oder etwas länglich rund (Fig. 133). Der Durchmesser der grossen Weizenstärkemehl-Körnchen von 0·030 bis 0·036 Millimeter. Die kugeligen Kleienkörner messen höchstens 0·0088 Millimeter. Das Roggenmehl ist mithin durch die bedeutendere Grösse der Stärkekörner vom Weizen und Gerstenmehl zu unterscheiden.

Fig. 136.

Gerstenstärkekörnchen (Fig. 134) sind meist weniger gerundet, zeigen schwache Längs- und Querrisse. Durchmesser der Grosskörnchen 0·022 bis 0·028 Millimeter. Vollkommen abweichend in Form und Grösse verhalten sich dagegen die Stärkekörner der übrigen Getreidefrüchte und der Kartoffeln.

Fig. 137.

Kartoffelstärkemehl-Körnchen sind von verschiedener Grösse und von abgerundeter, meist Birnengestalt. Sie zeigen eine concentrische Schichtung und einen Kernpunkt (*n*). Länge der Körnchen 0·06 bis 0·1 Millimeter (Fig. 135).

Fig. 138.

Die Haferstärke (Fig. 136) besteht aus zusammengesetzten und einfachen Körnern. Erstere bilden kugelige oder eirunde, aus 2 bis 80kantigen oder theilweise gerundeten Theilkörnchen zusammengesetzte Gruppen von 0·018 bis 0·0440 Millimeter Durchmesser. Die kaum 0·0044 Millimeter messenden Theilkörnchen zeigen keine Kernhöhle. Die Einzelnkörnchen von der Grösse der Theilkörnchen sind gerundet, eirund, kugelig oder tonnenförmig.

Fig. 139.

Sehr ähnlich ist die Reisstärke (Fig. 137), welche gleichfalls aus zusammengesetzten und einfachen Körpern besteht. Doch sind die Theilkörnchen etwas grösser (0·0066 Millimeter) zum grossen Theil regelmässig vielkantig und häufig mit ansehnlicher Kernhöhle versehen. Auch die Einzelnkörnchen sind vielkantig; rundliche Formen fehlen ganz.

Die Maisstärke (Fig. 138) besteht aus scharfkantig-vieleckigen, gerundet-kantigen oder rundlichen Einzelnkörnern von 0·0122 bis 0·022 Millimeter Durchmesser, welche meist eine sternförmige oder strahlige Kernhöhle, aber keine Schichtung zeigen.

Die Stärkemehlkörnchen der Hülsenfrüchte sind meist oval oder nierenförmig, wenige kugelig. Die meisten haben einen länglichen oder auch wohl sternförmigen Sprung oder Nabel (Fig. 139 *s*); für Hülsenfrüchte sind weiter noch die mit protoplasmatischem Inhalt gefüllten Zellen (*A*) aus dem Gewebe der Keimlappen charakteristisch.

Wie sich aus dem eben Erörterten ergibt, lässt sich das Weizen- und Roggenmehl von Mehl aus Hafer, Mais, Buchweizen etc. mit Hilfe des Mikroskopes ziemlich markant unterscheiden, nicht so aber das Weizenmehl vom Roggenmehl, was um so bedauerlicher ist, als gerade hiefür eine einfache Probe, wie sie das Mikroskop gestatten kann, von Wichtigkeit wäre, denn die Roggenbrotmehle werden nicht selten durch die minderen Sorten des Weizenmehls verfälscht.

Man hat deshalb nach weiteren Methoden geforscht, durch welche Roggenmehl von Weizenmehl unterschieden werden kann.

Ein wichtiges Merkmal für Roggenmehl im Gegensatz zu Weizenmehl ist, dass es von dunklerer Farbe ist, mit Wasser angerührt, sich weniger bildsam und von eigenthümlichem Geruche und Geschmacke erweist.

Nach Cailletet soll Roggenmehl in Weizenmehl auch auf folgende Weise sich leicht finden lassen. Das Mehl wird mit seinem doppelten Volum Aether geschüttelt, letzterer abfiltrirt und in einer Porzellanschale verdunstet. Zu dem festen Rückstande setzt man für je 20 Gramm Mehl, die man zum Versuche nahm, 1 Cubik-Centimeter eines Gemisches, das aus 3 Volumen Salpetersäure von 1·35 specifischem Gewicht, 3 Volumen Wasser und 6 Volumen Schwefelsäure von 1·84 specifischem Gewicht besteht. Es färbt sich hiebei das fette, ausgezogene Oel des Weizens nur gelb, das des Roggens kirschroth, ein Gemenge beider rothgelb.

Prüfung des Mehles auf Mutterkorn.

Zur Erkennung von Mutterkorn prüft man Mehl auf folgende Weise:

a) Man gibt etwa 20 bis 25 Cubik-Centimeter Kalilauge in eine weite Probirröhre, trägt unter Schütteln von dem zu untersuchenden Mehle so viel ein, dass sich ein dicker Brei bildet und senkt die Eprouvette kurze Zeit in heisses Wasser. War mindestens 1 bis 2% Mutterkorn im Mehle, so entsteht der bekannte Geruch nach Trimethylamin (Häringslake). Man kann auch das durch Destillation mit Kali aus dem mutterkornhaltigen Mehl gewonnene Propylamin durch Glühen in Blausäure und Grubengas überführen und die Blausäure durch die bekannte auf Berlinerblaubildung beruhende Reaction nachweisen.

b) Weitere Anhaltungspunkte bezüglich des Vorhandenseins von Mutterkorn im Mehl gibt die eigenthümlich rosenrothe Farbe, welche man erhält, wenn man mutterkornhaltiges Mehl mit Alkohol wiederholt auszieht und hierauf mit einer Mischung von Alkohol und Schwefelsäure behandelt. Die Farbe wird um so intensiver, je grösser der Mutterkorngehalt ist. Man kann sich Gemische in verschiedenen Verhältnissen von reinem Mehl mit Mutterkorn bereiten und sie sowohl als auch das Untersuchungsobject der gleichen Behandlung unterziehen. Durch Vergleich der Farbenreaction dieser Gemische mit der Farbenreaction des Untersuchungsobjectes lässt sich die Quantität des Mutterkorns annähernd bestimmen. Zu beachten ist, dass die alkoholische Säurelösung nicht zu lange mit dem Mehle in Berührung bleiben darf, weil sich auch mutterkornfreies Mehl allmälig, wenngleich nicht rosenroth, färbt.

c) Auch durch das Mikroskop lässt sich im Mehle das Mutterkorn nachweisen, und zwar erkennt man es an seinem ganz eigenthümlichen Gewebe, welches durchaus von allen Gewebsformen der Kornfrucht abweicht; die Zellen (Fig. 140) sind ausserordentlich innig untereinander verbunden und führen als Inhalt farbloses Fett, durchaus keine Stärke; die Zellen der äussersten Gewebsschicht des Mutterkornes sind überdies Träger eines Farbstoffes, der die schwarz-violette Farbe der Oberfläche des Mutterkornes bedingt.

Fig. 140.

Prüfung des Mehles auf Fälschung durch Mehl von Unkrautsamen.

Es kommen in neuester Zeit nicht selten Mehlsorten im Handel vor, welche durch Beimengung eines Mehles, das durch Vermahlung verschiedener Unkrautsamen gewonnen wurde, gefälscht ist. Es werden nämlich die bei der Reinigung des Getreides vor dessen Vermahlen als Abfall in grosser Menge sich ergebenden werthlosen Sämereien von gewissen Mühlen bezogen, in denselben vermahlen und das so erhaltene Unkrautsamenmehl normalem Cerealienmehle in betrügerischer Weise zugesetzt. Thatsächlich bilden diese Unkrautsamen und Früchte in zwei Sorten „Raden" und „Wicken" einen Handelsartikel. Ausser Raden und Wicken sind die Früchte verschiedener Gramineen, darunter jene von Lolium temulentum, des Taummellolchs, ferner jene einiger Compositen, insbesondere der Kornblume, Centaurea Cyanus, und einiger Umbelliferen, namentlich der Möhre, Daucus Carota, häufige Beimengungen des Getreides.

Die „Raden" bestehen der Hauptsache nach aus den Samen der Kornrade (Agrostemma Githago), daneben enthalten sie noch verschiedene andere Samen und Früchte, je nach der Gegend, insbesondere jene des Feld-Rittersporns (Delphinium Consolida), die Früchte des windenartigen Knöterichs (Polygonum Convolvulus), die Samen der Ackerwinde (Convolvulus arvensis) u. a.

Die „Wicken" bestehen zum grossen Theile aus den Samen diverser Leguminosen (Vicia, Lathyrus, Ervum, Medicago) etc. und

Cruciferen (Raphanistrum, Sinapis, Brassica, Camelina etc.) neben oft ansehnlichen Mengen der Früchte von Labkrautarten (Galium sp.).

Damit ein normales Mehl eine solche Beimengung von Mehl aus den genannten Unkrautsamen durch sein Aussehen nicht verrathe, wird die Vermahlung der Raden und Wicken in der Art vorgenommen, dass nur das rein weisse Endosperm derselben als Mehl gewonnen wird, während die gefärbte Samenschale so gut wie ganz und der Keim zum grössten Theil in der Kleie bleibt. Da der Eiweisskörper des Agrostemma-Samens sehr schön weiss ist, so kann er, im vermahlenen Zustande einem normalen Cerealienmehl beigemischt, letzteres sogar weisser machen. Thatsächlich fand Vogl, dass ein an Kornrademehl sehr reiches Roggenmehl durch seine ungewöhnliche Weisse auffiel.

Fig. 141.

Diese seit kurzer Zeit nicht selten geübte Mehlfälschung ist ein Betrug, der das kaufende Publicum auch in gesundheitlicher Beziehung benachtheiligt oder gefährdet. Wie bereits erwähnt wurde, enthält die Kornrade ein heftig wirkendes, kleine Thiere in minimaler Dosis tödtendes Gift.

Fig. 142.

Auch auf den menschlichen Organismus wirkt das Githagin (der toxisch wichtigste Bestandtheil der Kornrade) selbst in kleiner Menge giftig ein. Das Riechen an Githaginpulver verursacht einen heftigen Schnupfen, reizt zu fortwährendem Niesen, erzeugt Nasen- und Gaumenkatarrhe und Schmerzen in den Rückgratsknochen.

Bei der Bedeutung, welche diese Art von Mehlverfälschung in hygienischer Beziehung hat, ist es um so erfreulicher, dass durch Vogl's Forschung völlig zuverlässige Prüfungsmethoden gerade in Bezug auf die hier in Betracht kommenden Beimengungen gewonnen wurden.

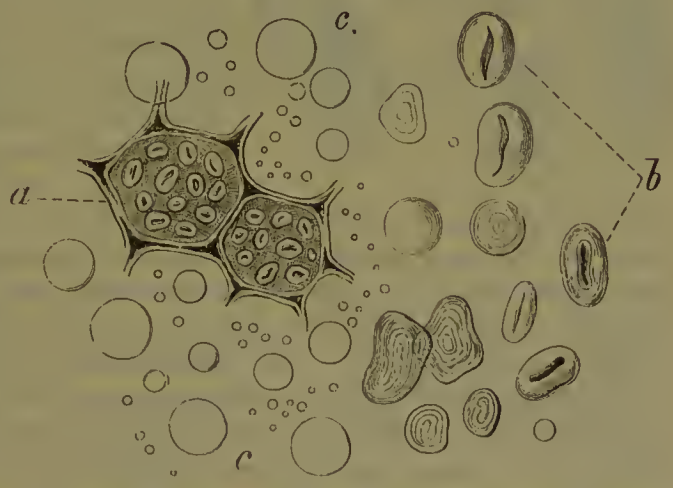
Die Nachweisung der betreffenden Beimengungen beruht auf der mikroskopischen Auffindung bestimmter charakteristischer Gewebselemente, resp. Zelleninhaltskörper, und zugleich auf der Beobachtung von verschiedenen Färbungen, welche das untersuchte Mehl

bei Behandlung mit salz- oder schwefelsäurehaltigem Weingeist diesem ertheilt. Die Prüfung ist also eine rein mikroskopische und chemische; die eine unterstützt und controlirt die andere.

Kornrade charakterisirt sich durch die ganz eigenthümlichen, vorwiegend spindel-, spulen-, flaschen- oder eiförmigen, seltener kugeligen oder eirunden Stärkekörper von 0·02 bis 0·1 Millimeter Länge (Fig. 141) welche den ausschliesslichen Inhalt der ausserordentlich dünnwandigen Zellen des Endosperms bilden. Jeder dieser Stärkekörper besteht aus winzigen, fast molekularen, kugeligen Stärkekörnchen, welche, ohne sich gegenseitig zu berühren, in eine homogene, farblose, wie Vogel vermuthet, wesentlich aus Githagin und Schleim bestehende Masse eingelagert sind. Dadurch erhalten diese Gebilde ein eigenthümlich granulirtes Aussehen. In Wasser zerfallen sie langsam, indem sich die homogene Grundmasse löst und die Stärkekörnchen frei werden, die alsbald in lebhafte Molekularbewegung gerathen; beim Erwärmen in Wasser oder in verdünntem Weingeist lösen sie sich auf. Diese Stärkekörper sind so charakteristisch, dass sie sich sehr leicht im Cerealienmehle (Fig. 142 *a*) nachweisen lassen und auch vollkommen ausreichen, um die Beimengung von Kornrade zu constatiren. Im unverfälschten Mehl finden sich diese Formelemente der Kornrade gar nicht oder ausserordentlich selten, da die moderne Mühle aus dem Getreide, bevor es zur Vermahlung kommt, mittelst eines eigenen Apparates (Trieur) nahezu sämmtliche Kornrade entfernt.

Fig. 143.

Fig. 144.



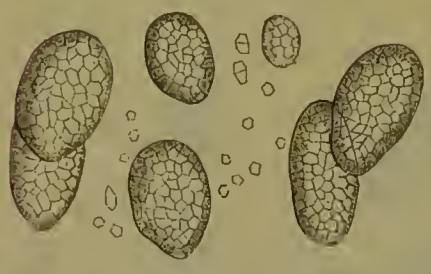
Wicken verrathen sich im Cerealienmehle bei der mikroskopischen Untersuchung einmal durch ihr Stärkemehl (Fig. 143), welches in Grösse, Form und sonstigen Eigenthümlichkeiten seiner Körnchen im Allgemeinen übereinstimmt, mit dem Stärkemehl der gewöhnlichen als Nahrung verwendeten Hülsenfrüchte, dann auch durch einzelne mit solchen Stärkekörnchen neben reichlichem, feinkörnigen, protoplasmatischen Inhalt gefüllten Zellen oder Zellengruppen aus dem Gewebe der Keimlappen. Diese sind im Allgemeinen kleiner und dickwandiger als die Zellen des Mehlkörpers der Cerealien und zeigen gewöhnlich lufterfüllte (schwarze) Zwischenzellenräume (Fig. 144).

Zur chemischen Prüfung des Mehles*) auf die genannten Beimengungen bedient sich Vogl einer Mischung von verdünntem (70%) Alkohol mit 5% Salzsäure. Von dem zu untersuchenden Mehle werden circa 2 Gramm mit 10 Cubik-Centimeter dieser Mischung in einem Proberöhrchen geschüttelt und die Färbung beobachtet, welche nach einigem Stehen das zu Boden sich setzende Mehl, vorzüglich aber die überstehende Flüssigkeit annimmt. In einigen Fällen beobachtet man sofort eine Farbenveränderung, in anderen tritt sie erst nach einiger Zeit auf. Erwärmen beschleunigt dieselbe.

Vogl hat gefunden, dass bei dieser Behandlung reines Weizen- und Roggenmehl rein weiss bleibt und die Flüssigkeit vollkommen farblos erscheint; nur bei gröberen Mehlsorten nimmt letztere einen leichten Stich in's Gelbliche an. Auch nach wochenlangem Stehen tritt keine Veränderung ein.

Reines Gersten- und Hafermehl geben eine rein blassgelbe Flüssigkeit, Kornrademehl und ebenso das Mehl des Taumellolchs färbt diese gesättigt orangegelb, Wickenmehl schön purpurroth.

Fig. 145.



Eine Beimengung von Kornrade zu Weizen-, Roggen- oder Gerstenmehl verräth sich (schon bei 5%) durch eine deutlich orangegelbe Färbung der Probeflüssigkeit; eine solche von Wicken gibt dieser (bei circa 5 bis 10%) eine schön rosenrothe bis deutlich violette Farbe.

Die Untersuchung führt man am besten in der Art durch, dass man zuerst die eben beschriebene Manipulation vornimmt und die auftretende Färbung beobachtet, worauf die nachfolgende Prüfung unter dem Mikroskop bei einer Vergrösserung von circa 250 bis 300 an den am meisten charakteristischen Merkmalen über die Natur des Untersuchungsobjectes volle Aufklärung gewähren wird.

Bei der mikrospischen Untersuchung des Mehles lässt sich auch Taumellolch auffinden. Zusammengesetzte, dem Hafer ähnliche 0·1 bis 0·8 grosse Stärkekörner (Fig. 145) sind die charakteristischen Formelemente des Taumellolchs.

Brot.

Die rohen Getreidekörner und auch das Mehl sind nicht geeignet von dem Menschen in der Menge, in welcher er sie zu seiner Ernährung bedarf, verdaut und assimilirt zu werden.

Seine Zähne würden eine viel zu rasche Abnützung erleiden, sollten sie die Vermahlung des Getreidekornes ausführen, sein Speichel würde nicht ausreichen, die grossen Massen der rohen Stärke vollständig in Zucker umzuwandeln und der obere Theil

*) Vogl, Verfälschungen und Verunreinigungen des Mehles, Wien 1880.

seines Verdauungsapparates ist nicht so construirt, um bedeutende Quantitäten rohen Mehles bequem zu schlingen und dem Magen zuzuführen. Eine solche Anlage verlangt die Herstellung des Mehles durch ausserhalb des Organismus liegende Mittel und die Zubereitung desselben zu den verschiedenartigsten Speisen von bald mehr breiig weicher, bald mehr fester oder lockerer Form. Unter allen Himmelsstrichen aber traf die instinctive Wahl betreffs der Zubereitung der Getreidekörner eine Form, welche der wissenschaftlichen Präsumption in hohem Grade entspricht, die Form des Brotes.

Von den Bewohnern der getreidereichen Nilländer, von den Egyptern, soll die Kunst des Brotbackens stammen. Dort sollen die Menschen schon in frühester Zeit angefangen haben, die Getreidekörner zwischen Steinen zu mahlen, das Mehl mit Wasser zu einem Brei anzurühren, an der Sonne zu trocknen und auf glühender Asche oder heissen Steinen zu backen. Von da verbreitete sich das Brot rasch in alle Länder.

Es ist bereits früher (Seite 362) erörtert worden, dass eine zweckmässige Zubereitung eines jeden Nahrungsmittels die doppelte Aufgabe erfüllen soll, die Speise möglichst verdaulich, möglichst wohlschmeckend zu machen und dabei den vollen Nährwerth des Rohproductes zu erhalten.

Diesen drei Anforderungen zugleich und vollkommen zu entsprechen, ist uns bis heute bei keiner Art von Brotbereitung gelungen.

Da die Cellulose des Getreidekornes aus incrustirten Zellen besteht und unverdaulich für den Menschen ist, so hat sie für uns nicht nur keinen Nährwerth, sondern kann sogar unter Umständen durch den mechanischen Reiz, den sie auf die Verdauungsorgane ausübt, von Nachtheil sein. Daher sucht man, wie beim Mehl dargethan wurde, die Cellulose, welche die Hülle der einzelnen Körner zu bilden hilft, beim Mahlen als Kleie abzuscheiden. Da aber in den äusseren Theilen des Samens auch die grösste Menge von Kleber und mit demselben auch die grösste Menge von werthvollen Nährsalzen enthalten ist, so beraubt uns der Abfall von Kleie, welche demnach nicht blos aus werthloser Holzfaser, sondern bis zu 70% aus Nährstoffen besteht, eines gewiss belangreichen Nahrungsbestandtheiles des Getreidekornes.

Diesem Mangel abzuhelfen bemühte sich Sylvester Graham durch Einführung seines nach ihm benannten Brotes. Zur Bereitung dieses Brotes wird das gereinigte Getreidekorn nur durch einfaches Schroten zerkleinert und hierauf mit lauem Wasser, ohne Hefe, Sauerteig oder Salz zu einem losen Teig geknetet und dieser eine Stunde lang an einem lauwarmen Ort stehen gelassen. Hierauf formt man etwa pfundschwere Brote und durchbäckt in einem nicht zu stark geheizten Ofen. Wie man ersieht, geht bei einem so zubereiteten Brote von den Nährstoffen des Getreides nichts verloren. Der Nährwerth einer Speise ist aber nicht gleich der Menge der in ihr enthaltenen Nährstoffe, sondern er steigt und fällt mit der Menge derjenigen Substanzen, welche mit dieser Speise zur Assimilation gelangen und zum Wiederersatz verbrauchten Körper-

stoffes dienlich sind. Im Grahambrot sind die einzelnen Nährstoffe in einer solchen Form enthalten, dass ein grosser Theil derselben von den Verdauungsorganen des verfeinerten Menschen wenig angegriffen wird.

Bei der Bereitung des Grahambrotes hat das ursprüngliche Getreidekorn nur wenige Veränderungen erlitten, welche der leichteren Verdaulichkeit zugute kommen, der Mensch müsste deshalb einen ähnlichen Magen haben, wie die getreidefressenden Hühner, wenn er die allerdings grosse Menge des Nahrungsmateriales im Grahambrote vollständig ausnützen sollte. Unverdaute Reste wirken aber bekanntlich reizend auf den Darmcanal, beschleunigen die Peristaltik und liefern dadurch die Mögliehkeit, dass selbst jene Speisetheilchen, die bei einem längeren Verbleib im Darmcanal zur Aufsaugung gelangen würden, vorzeitig und deshalb unverdaut oder halb verdaut abgehen. Zahlreiche vorurtheilsfreie Beobachtungen haben ergeben, dass nach dem Genusse von Grahambrot Diarrhöen sich einstellten und mit dem Aufgeben dieses Brotes sich wieder verloren.

Unter Umständen kann freilich das Grahambrot günstige Wirkungen hervorrufen. So wie die körnerfressenden Vögel mit ihrer Nahrung Sand, Steinchen und dergleichen unverdauliche harte Substanzen aufnehmen, um mit Hilfe des Reizes, welchen letztere ausüben, anregend auf den Verdauungstraet zu wirken, ähnlich kann in manchen Fällen, auf manche Menschen, namentlich solche, die durch eine lange Zeit hindureh genossene blanke Kost ihre Verdauungsorgane gesehwächt haben, das Grahambrod anregend und dadurch erspriesslich wirken.

Als Material für die gewöhnliche Art der Brotbereitung dient das Mehl.

Wenn aueh durch Zuziehung des Mehles zur Brotbereitung ein nicht unbeträchtlicher Theil der Nährstoffe des Getreides (der Kleber der Kleie) verloren geht, so wird doeh andererseits das auf diese Weise erzeugte Produet in Bezug auf die wirklich zur Verdauung gelangende Substanzmenge so reich, dass der erwähnte Ausfall ungleich besser aufgewogen wird, als dureh die Verbackung des nur geschrotenen Kornes nach Graham's Methode. Es ergibt sich das bei folgender Betrachtung.

Das Mehl enthält, von den Salzen abgesehen, zwei für die Ernährung wiehtige Bestandtheile: Die Eiweissstoffe und die Stärke. Die pflanzlichen Proteinstoffe sollen in möglichst unverändertem Zustand den Verdauungsorganen dargeboten werden, da sie nur dann leicht assimilirt werden. Anders verhält es sich mit der Stärke, diese ist in dem Mehle in Form von Körnchen und Kügelchen enthalten. In dieser Form ist sie von den Verdauungssäften des verfeinerten Mensehen wenig angreifbar, denn der Speichel und Magensaft vermitteln die Umwandlung in Zucker nur dann leicht und vollständig, wenn die geformte Stärke, wie sie das Mehl enthält, mehr oder weniger formlos geworden ist. Sie wird formlos, wenn sie entweder für sich längere Zeit auf 100° erhitzt oder mit Wasser

auf 60 bis 100° kurze Zeit erwärmt wird. Um nun den Verdauungsflüssigkeiten das Eindringen zu jedem Mehltheilchen zu erleichtern und dadurch auch die Speise für minder kräftige Verdauungsorgane zuträglich zu machen, ist es nothwendig, dass die compacte Masse stark und gleichmässig aufgelockert wird. Ausserdem muss man weiter für Wohlgeschmack und eine gewisse Haltbarkeit des Brotes Sorge tragen.

Die Mittel zur Erreichung dieser Zwecke sollen durch das Brotbacken erreicht werden. Hiebei sind folgende Momente von Interesse:

1. Die Teigbildung. Das Mehl hat die Fähigkeit, namhafte Mengen Wasser aufzusaugen und so festzuhalten, dass selbst bei der Hitze des Backofens nur der kleinere Theil des zur Teigbildung gewöhnlich verwendeten Wassers verflüchtigt wird. Bei der Teigbildung quillt, wie bereits beim Mehl angedeutet wurde, der Kleber auf, ohne seine Elasticität zu verlieren, und ertheilt dadurch dem Teige jene Zähigkeit, die nothwendig ist, um die bei der Gährung entwickelten Gasblasen zurückzuhalten. Mit dem Wasser setzt man gewöhnlich Sauerteig oder Hefe zu.

Unter dem Sauerteig versteht man diejenige Menge des in Gährung begriffenen Teiges, die bis zum nächsten Backen aufgehoben wird. Der Sauerteig besteht aus einem Gemenge von Mehl und Wasser, in welcher ein Theil der Stärke unter dem Einflusse der auf Kosten der Eiweisskörper des Mehles sich entwickelnden und vermehrenden Fermente zum Theil in geistige und Essiggährung, hauptsächlich aber in Milchsäuregährung übergegangen ist. Nach längerem Liegen ist der Sauerteig nicht mehr geeignet, gährungserregend zu wirken und geht nach und nach in Fäulniss über.

Aehnlich wirkt auch Hefe.

Für die Brotbäckerei dient als Hefe theils Bierhefe theils Presshefe. Hefe ist ein Ferment und Product der geistigen Gährung; die Bierhefe entsteht bei der Gährung der Bierwürze; die Presshefe wird fabriksmässig erzeugt, indem man ein Gemenge von Gerstenmalzschrot mit Roggenschrot maischt und die Maische mit Schlempe (von der Branntweinfabrication) kühlt und gähren lässt. Die Hefe ist ein Conglomerat sehr kleiner, aus einfachen, freilebenden Zellen bestehender mikroskopischer Pilze. Sie wird theils frisch, breiförmig, theils getrocknet oder gepresst verwendet.

Den mit Hefe oder Sauerteig versetzten und mit Mehl bestreuten Teig lässt man an einem mässig warmen Orte einige Zeit, gewöhnlich über Nacht stehen, wobei

2. die Brotgährung eintritt, indem das Ferment auf die Dextrose des Teiges einwirkt. In Folge der Kohlensäure- und Alkoholentwicklung wird der Teig in zahllose, blasige Räume zertheilt, erhält eine poröse Beschaffenheit (er geht auf), wird aufgelockert. Dem aufgegangenen Teig verleibt man

3. durch das Kneten Mehl ein, damit er jene Consistenz erhalte um (meist nach einem nochmaligen Aufgehen)

4. verbacken werden zu können. Hiedurch werden die Stärketheilchen für unsere Verdauungssäfte vollkommen aufgeschlossen, die in den Teigtheilchen haftenden überflüssigen Wassermengen entfernt, eine den atmosphärischen Einflüssen besseren Widerstand leistende Rinde erzeugt und durch die bei der Röstung sich bildenden Producte der Geschmack gehoben.

Die Hitze des Backofens beträgt 160 bis 180° und erreicht im Oberraume bis 211° C. In dieser Hitze verflüchtigen sich Kohlensäure, Weingeist, Essigsäure, nebst ungefähr der Hälfte des zugesetzten Wassers. Die Luftblasen im Teige werden grösser und der Teig erhärtet zu hohlen Räumen, die dem Brot die poröse lockere Beschaffenheit geben. Die Blasenräume des Brotes machen im Durchschnitt 56·6% des Brotvolums aus.

Da beim Backen noch immer ein grosser Theil des Wassers zurückbleibt, so wiegt das Brot immer um 30 bis 40% mehr als das dazu verwendete Mehl. Beim Lagern des Brotes entweicht weiter Wasser und das Brot verliert an Gewicht. Im Brot bleibt auch ein Theil von Alkohol zurück. Die Alkoholmenge beträgt im frisch gebackenen Brot im Durchschnitt 0·221 bis 0·401%, in Brot, das 7 Tage gelagert hat, 0·12 bis 0·13%.

Wie man aus diesen Erörterungen ersieht, wird die lockere, schwammige Beschaffenheit des Brotes durch den Zerfall eines Theiles des aus dem Stärkemehl gebildeten Stärkezuckers in Kohlensäure und Alkohol erzielt. Bedenkt man, dass dieser Verlust nur wenige Procente der gesammten Mehlsubstanz beträgt, also in wirthschaftlicher Beziehung durchaus keine schwerwiegende Bedeutung hat, dass aber dadurch die Verdaulichkeit in hohem Grade begünstigt wird, so wird man gern diesen Abgang in Kauf nehmen.

Trotzdem verdient das Bestreben, Brot von normaler Beschaffenheit ohne Gährung, also unter Vermeidung eines Nährstoffverlustes zu bereiten, volle Beachtung. An Vorschlägen, dieses Problem zu lösen, fehlt es nicht und es seien die wichtigsten davon hervorgehoben.

Liebig empfahl, dem Teige kohlensaures Ammon zuzusetzen, welches in der Hitze des Backofens Dampfgestalt annimmt und dadurch die Auflockerung des Teiges bewirkt. Ferner wurde vorgeschlagen, Natriumbicarbonat und Salzsäure zu verwenden, um in dem Teige selbst die zum Aufgehen nothwendige Kohlensäure zu entwickeln, wobei das zugleich entstehende Kochsalz in dem Teige bleibt und ihn salzt.

Verhältnissmässig mehr Vortheil bietet noch das Horsford'sche Backpulver. Es besteht aus zwei Präparaten, einem Alkalipulver (ein Gemisch von Natriumbicarbornat und Chlorkalium) und einem Säurepulver (saures Calciumphosphat und saures Magnesiumphosphat). Während des Knetens setzen sich diese Substanzen in Chlornatrium, phosphorsaures Kali und in die den Teig auftreibende Kohlensäure um. Durch Anwendung dieses Backpulvers ist man in den Stand gesetzt, innerhalb zweier Stunden aus Mehl fertiges Brot

zu bereiten und erhält dabei aus 100 Theilen Mehl 10 bis 12% Brot mehr als im günstigsten Fall nach dem gewöhnlichen Backverfahren.

Endlich hat man auch versucht, reines Kohlensäuregas dem Teig zu incorporiren. Die Brotbereitung mittelst Gasimprägnation und Backpulver nimmt thatsächlich besonders in Amerika immer mehr zu. Doch scheint eine völlige Verdrängung des alten hergebrachten Gährungsprocesses zur Brotbereitung nicht eben wahrscheinlich. Man findet in der Regel, dass das auf gewöhnliche Art bereitete Brot schmackhafter ist, als mit Backpulver oder durch Gasimprägnation erzeugtes. Die Geschmacklosigkeit der letzteren Brotsorte bringt man mit dem Umstande in Beziehung, dass solches Brot keinen Alkohol enthält, während im gegohrenen Brote in Folge der Spaltung der Stärke in Kohlensäure und Alkohol stets ein kleiner Antheil Alkohol zurückbleibt, der dem Brote eine eben merkliche Süsse ertheilt.

Auch sei bemerkt, dass die verschiedenen Versuche, die von Zeit zu Zeit gemacht wurden, einen Theil des Alkohols, der sich beim Backen verflüchtigt, zu condensiren und zu sammeln, ohne bemerkenswerthen Erfolg geblieben sind. Auch das Bestreben, den Alkohol zu gewinnen, ist vollkommen berechtigt, wenn man erwägt, dass man die durch die jährliche Brotfabrikation in der Brotgährung entwickelte und aus dem Brot verflüchtigte Menge Alkohol in London allein auf 13 Millionen Liter, entsprechend einem Werthe von 285.000 Pfund Sterling im Jahr schätzen kann.

Brotfehler.

Gutes Brot soll gleichmässig aufgegangen, auf der Oberfläche hoch gewölbt sein, unter der Rinde keine grossen Hohlräume zeigen, die Rinde soll braun, nicht gerissen und nicht verbrannt sein, beim Anklopfen auf der einen Seite soll ein auf der andern Seite hörbarer lauter, aber nicht dumpfer Ton entstehen, das Brot soll beim Anschneiden angenehm kräftig riechen, keine bröckliche oder klebrige Krume haben, die Krume soll gleichmässig porös und so elastisch sein, dass ein Fingerdruck auf dieselbe wieder ausgeglichen wird und der Geschmack des Brotes weder sauer, noch bitter, noch fade erscheinen.

Mängel am Brot entstehen, wenn die Materialien zur Brotbereitung oder die Manipulationen bei derselben fehlerhaft waren; gutes Brot kann nur aus gutem Mehl, gutem Sauerteig und gutem Wasser bereitet werden.

Wird zu viel Wasser zur Teigbereitung genommen, so wird die Rinde dick, das Brot dicht, schliffrig, schwer verdaulich. Zu wenig Wasser erschwert das Durchkneten. Ein schlechtes Durchkneten hat zur Folge, dass unzersetztes Amylum in grösseren oder kleineren Klümpchen sich im Brote befindet. Ist der Sauerteig nicht tadellos, ist er vielmehr stark sauer, alt, oder gar zum Theil faul, so zeigt das fertige Brot einen zu starken Säuregehalt und einen

schlechten Geschmack. Bäcker, welche alltäglich frischen Sauerteig oder gute Hefe nehmen, haben nie erheblich saures Brot. Ein wässeriger Brotauszug reagirt darum, wenn das Brot gut ist, neutral oder (namentlich Roggenbrot) schwach sauer. Der Säuregehalt des Roggenbrotes wurde bei vierstündiger Gährung mit 0·27%, bei achtstündiger mit 0·42% (als Essigsäure berechnet) gefunden. Eine ungenügende oder ungleiche Teiggährung hat das stellenweise Speckigsein des Brotes zur Folge. Ein schlechtes Backverfahren, unrichtige Heizung bedingt ein Brot mit zu heller oder zu dunkler Rinde. Zu rasches Backen in sehr heissen Oefen bedingt eine wasserhaltige Krume, ermöglicht das Anbrennen und erzeugt Risse in der Rinde.

Wenn das zur Brotfabrikation angewendete Mehl verdorben ist, so ist der Kleber verändert und erweicht, er hat seine Elasticität verloren; die bei dem Gähren des Teiges sich entwickelnde Kohlensäure lockert daher den Teig nicht auf, sondern entweicht. Das daraus entstehende Brot ist mithin derb und auch weniger weiss.

Um diesen Uebelstand zu beheben, pflegen Bäcker, die verdorbenes Mehl zur Bäckerei verwenden, dem Teig eine kleine Menge schwefelsaures Kupferoxyd $^1/_{15000}$ — $^1/_{30000}$ zuzusetzen, dessen Base mit dem Kleber eine unlösliche Verbindung eingeht, wodurch der Teig wieder zähe und weiss wird und die Eigenschaft erhält, eine grössere Menge Wasser aufzunehmen. In England setzt man ziemlich allgemein dem Mehle, um ein besseres Aussehen zu bewirken, Alaun zu, hie und da auch Zinkvitriol oder Kalkwasser.

Der Zusatz selbst geringer Mengen so giftiger Körper, wie Kupfer, Zink, zu einem Nahrungsmittel, das, wie das Brot, täglich und reichlich genossen wird, ist selbstverständlich absolut unzulässig und strafbar. Verschiedene Meinungen sind dagegen über die Wirkung des Alauns auf den Organismus, als Bestandtheil der täglichen Brotnahrung aufgetaucht. Einige Aerzte haben ihn für unschädlich erklärt, während andere grosse Bedenken darüber ausgesprochen haben. Jedenfalls ist zu berücksichtigen, dass Alaun gerade in geringen Dosen als Adstringens Verstopfung verursacht, überdies ist zu erwähnen, dass der Alaun nach Dauglish die Umwandlung und Löslichmachung der Stärke im Brote selbst hindert und dies auch mehr oder weniger im Magen thun kann, denn da der Alaun die Wirkung der Diastase aufhebt, so hebt er auch die Wirkung der Magenflüssigkeit auf; die Folge kann demnach eine unvollständige Verdauung und Assimilation sein.

Obgleich gegen Kalk weniger einzuwenden ist, als gegen Alaun, so ist doch seine Anwendung insofern verwerflich, als er als Verdeckungsmittel schlechter und ungesunder Beschaffenheit des Mehles fungirt.

Conservirung des Brotes.

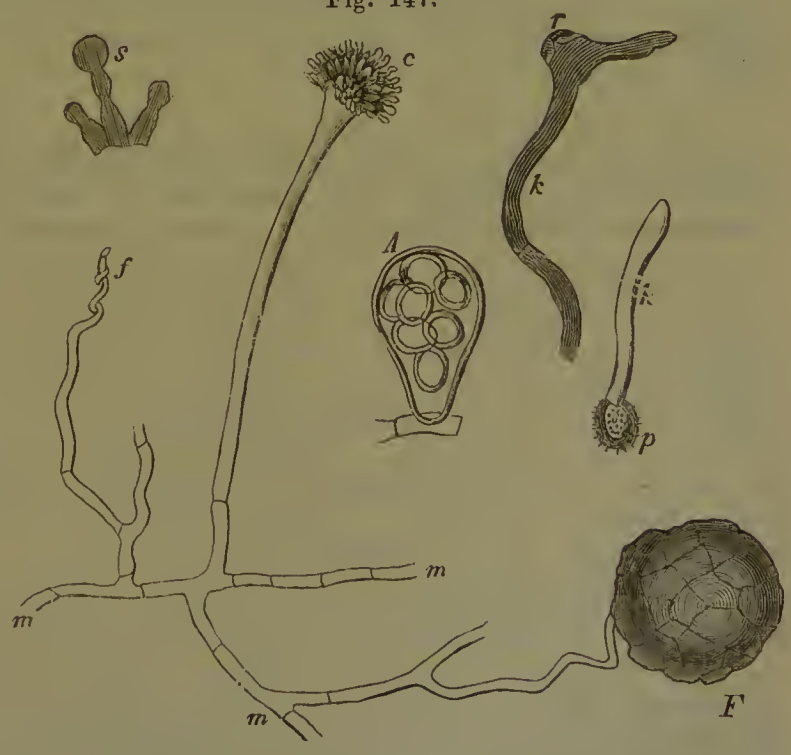
Durch längeres Aufbewahren in trockenen Räumen wird das Brot hart, unschmackhaft und kann nur vorübergehend durch

Wärme von etwa 70° die Eigenschaften des frischen Brotes erhalten.

Aufbewahrung in feuchten Räumen bedingt Schimmelbildung und gänzliche Verderbniss des Brotes. Das Brot wird hiebei von verschiedenen Pilzen befallen. Der häufigste Brotpilz ist Penicillium glaucum von grünlicher, gelblicher oder brauner Farbe. Penicillium glaucum ist überhaupt ein ausserordentlich häufig auf Nahrungsmitteln vorkommender Pilz, der mit Eurotium zusammen oder auch allein weisse, dann schmutzig grünblaue Ueberzüge bildet. Das Mycelium ist reich verzweigt (Fig. 146) und wie die Conidienträger mit Querwänden versehen. Das freie Ende der Conidienträger (*a*) ist stark verästelt und an den Spitzen mit zahlreichen, pfriemenförmigen Basidien (*b*) versehen, welche das stielartige Sterigma (*c*) entwickeln. Durch Abschnürung entstehen nun lange Ketten runder, farbloser Conidien, welche nach der Reife in die einzelnen Sporen zerstäuben.

Fig. 146.

Fig. 147.



Ein weiterer häufiger Brotpilz ist Eurotium Aspergillus glaucus (Fig. 147), dessen Sporen auf endständigen Köpfchen sitzen. *m* bezeichnet das Mycelium, *c* Conidienträger, *F* reife Schlauchfrucht, *s* Sterigmen, *p* keimende Conidien, *A* Sporn-schlauch, *r* keimende Schlauchsporen, *k* Keimschläuche. Ferner kommt im Brote vor Mucor mucedo, dessen Sporen in endständigen

Sporenkapseln liegen. Ausserdem sind im Brote noch beobachtet worden: Oidium aurantiaeum, Eurotium lateritium, Uredo rubigo und auch eine Alge: Palmella prodigiosa.

Ueber die Frage, ob diese Pilze des Brotes für den Menschen schädlich sind oder nicht, liegt noch sehr wenig Sicheres vor. Der Mangel an Erfahrungen erklärt sich wohl dadurch, dass der Mensch vor dem Genusse eines Schimmelpilze reichlich beherbergenden Brotes durch das auffällige Aussehen desselben und den widerlichen Geruch und bitteren Geschmack abgeschreckt wird. Dennoch sind einige Thatsachen bekannt geworden, denen zufolge Brot, auf dem Oidium aurantiacum gefunden wurde, giftige Erscheinungen hervorrief.

Da das Brot nicht haltbar ist, dient Zwieback als Brotconserve. Für die Schiffsverpflegung, für die Verpflegung in cernirten Festungen und für die Soldaten im Kriege ist Zwieback unentbehrlich; er soll aber stets nur als ein Aushilfsmittel für den Fall der Noth an Brot betrachtet werden, da der ganze Verdauungsapparat durch den Reiz, den der Zwieback ausübt, namentlich bei anhaltendem Genusse sehr erhebliche Gesundheitsgefährdungen, insbesondere entzündliche Affectionen der Mundhöhle, des Magens und Darmes hervorruft.

Untersuchung des Brotes.

Nachdem bereits jene Eigenschaften eines Brotes, welche sich durch die einfache sinnliche Wahrnehmung prüfen lassen, Seite 431 besprochen worden sind, kann es sich hier nur noch um nachfolgende Punkte handeln.

Prüfung des Wassergehaltes des Brotes. Eine abgewogene aus entsprechenden Theilen Krume und Kruste bestehende Brotmenge wird bei 110° bis zum constanten Gewicht getrocknet. Der Gewichtsverlust entspricht dem im Brote enthaltenen Wasser.

Prüfung der Asche. Alkalische Reaction der Asche lässt Zusatz von Kartoffeln oder Hülsenfrüchtenmehl zum Brote vermuthen, denn die Asche des Getreidemehles reagirt neutral. Wurde dem zur Brotbereitung dienenden Mehl, um seine Backfähigkeit zu erhöhen, Alaun, Zink- oder Kupfervitriol zugesetzt, so findet man in der Asche des Brotes Thonerde, Zink und Kupfer. Wiederholt wurden in der Asche des Brotes Quecksilber, Blei und andere giftige Metalle aufgefunden, wobei sich ergab, dass das Heizen des Backofens mit einem Holz, das mit giftigen Oelfarben angestrichen oder imprägnirt war, die Veranlassung darbot. Diese Metalle werden in der Asche nach den analytischen Regeln nachgewiesen.

Ein einfaches Verfahren, um Alaun im Brote nachzuweisen, ist das Einlegen einer Brotscheibe durch 24 Stunden in eine Campechholz-Abkochung, die bei Gegenwart von Alaun eine dunkle Purpurfarbe annimmt. Eine Modification und Verbesserung dieser Methode ist die, dass man in ein Glas mit Wasser je einen Theelöffel Campechholztinctur und eine gesättigte Lösung von Ammoniumcarbonat gibt, wodurch eine blassrothe Mischung entsteht.

In diese wird das zu prüfende Brot in Form einer Scheibe durch 5 Minuten eingetaucht und hierauf getrocknet. Alaunhaltiges Brot wird nach 1 bis 2 Stunden blau, alaunfreies verliert die ursprüngliche blassrothe Farbe wieder vollständig.

Kupferhaltiges Brot mit verdünnter Schwefelsäure zu einem Teig geformt, erzeugt auf einem in diesen Teig eingestellten blanken Eisenstab einen Kupferüberzug.

Hülsenfrüchte.

Unter den Hülsenfrüchten sind es besonders die Erbsen, Linsen und Bohnen, welche als Nahrungsmittel dienen. Sie enthalten 20 bis 22% Eiweiss, 44 bis 60% Kohlenhydrate, 1·5 bis 5·3% Fett, 2 bis 3·8% Asche, darunter vorwiegend Phosphorsäure und Kali und 8 bis 19·3% Wasser.

Das Verhältniss der stickstoffhaltigen zu den stickstofffreien organischen Nährstoffen ist also etwa $1 : 2^1/_2$, weshalb es zweckmässig ist, die relativ eiweissreichen Hülsenfrüchte in Combination mit Fett oder Kohlenhydrat als Speise zuzubereiten. Der in den Hülsenfrüchten enthaltene hauptsächlichste Eiweisskörper ist das Legumin.

Auch die Hülsenfrüchte haben bei ihrer Aufbewahrung, namentlich in feuchten Räumen, von Parasiten zu leiden. In denselben kommen Milben und verschiedene Samenkäfer vor.

Die sogenannten „grünen", d. h. noch nicht völlig reifen Erbsen und Bohnen sind wasserreicher und eiweissärmer als die völlig ausgewachsenen.

Gegenwärtig wird auch das Mehl der Hülsenfrüchte in den Handel gebracht. Vom Getreidemehl unterscheidet es sich dadurch, dass seine Asche alkalisch reagirt, die des Getreidemehles dagegen neutral.

Sechstes Capitel.

Zuckerhaltige Nahrungsmittel.

Zucker und Syrup.

Der Zucker ist Genuss- und Nahrungsmittel zugleich. Als Genussmittel wirkt er durch seine angenehme Süsse, welche den Geschmack unserer Speisen veredelt; als Nahrungsmittel führt er uns das Kohlenhydrat in einer Form zu, die ausserordentlich leicht von unseren Verdauungsorganen resorbirt werden kann. Durch die Zunahme der Zuckerproduction aus Rüben ist der Handelswerth dieses werthvollen Nahrungsmittels wesentlich billiger geworden. Berücksichtigt man, dass der Zucker nur sehr wenig Wasser enthält, so lässt sich nicht verkennen, dass sein Marktpreis ein dem physiologischen

Werthe völlig entsprechender ist. Bezüglich der Haltbarkeit wird Zucker von keinem Nahrungsmittel übertroffen.

Der im Handel vorkommende Zucker wird theils aus dem Safte des Zuckerrohres, theils aus dem der Zuckerrübe gewonnen. Beide Zuckerarten sind chemisch von einander nicht zu unterscheiden, doch soll die Fähigkeit zu süssen dem Rohrzucker in einem höheren Grade zukommen, als dem Rübenzucker.

Das Verfahren der Zuckergewinnung besteht wesentlich darin, dass man den frischen Saft, nach vorgängiger Reinigung durch Behandeln mit Kalk, Blut, Knochenkohle eindampft und krystallisirt, wobei zuerst der Rohrzucker und eine unkrystallisirbare Mutterlauge, Melasse genannt, gewonnen wird. Durch weitere Behandlung des Rohzuckers, indem man ihn wieder in wenig Wasser löst, die Lösung mit Blut, Knochenkohle kocht, colirt und eindampft, erhält man die reinen Sorten, welche, wenn sie durch anhaltendes Umrühren der Flüssigkeit in der Krystallisation gestört sind und nun als weisse Krystallmasse erscheinen, je nach dem Grade ihrer Reinheit: Lumpenzucker, Melis, Raffinade, wenn sie aber in Folge ruhigen Stehenlassens der Flüssigkeit deutlich ausgebildete Krystalle darstellen, Candiszucker genannt werden. (Weiteres hierüber wird im Abschnitt über Gewerbehygiene erörtert.)

Die bei der Reinigung zurückbleibende Mutterlauge wird, wie erwähnt, Raffinad Melasse, auch schwarzer, holländischer Syrup genannt. Dieser Syrup enthält zum grossen Theil unkrystallisirbaren Zucker, dann aber noch viele andere Beimengungen, insbesondere nicht abscheidbare Eiweisskörper, mancherlei organische Verbindungen aus den Rüben, endlich alkalische und metallische Salze vom Material und den Apparaten der Fabrication. Dieser Gehalt bedingt einen höchst widrigen, salzigen Geschmack, einen stinkenden Geruch und eine Wirkung auf den Verdauungscanal, welche die Melasse von den Nahrungsmitteln ausschliesst oder ausschliessen sollte.

Diese Eigenschaften der Melasse übertragen sich einigermassen auch auf den Zucker, wenn auch in sehr mässigem Grade, je nachdem derselbe mehr oder weniger raffinirt ist. Volle Raffinade ist ein der chemischen Reinheit sehr nahe kommendes Product. Die Melasse von Colonialzucker (aus Zuckerrohr) ist von den gegen die Rübenmelasse erhobenen Bedenken frei, und in Folge der ungleich grösseren Reinheit des Zuckerrohrsaftes nicht in gleicher Weise mit Salzen und stickstoffhaltigen Substanzen behaftet.

Der augenblicklich im Handel vorkommende sogenannte Colonialsyrup ist meistentheils Kartoffelstärkesyrup. Derselbe ist so billig, dass er die Rohrzuckermelasse ganz vom Markt verdrängt hat. Es fragt sich, ob derselbe in hygienischer Beziehung eine grössere Controle erfordere, da er in der Ernährung der niederen Volksclassen eine grosse Rolle spielt.

Es muss deshalb vor Allem erwähnt werden, dass neuerdings im Kartoffelstärkesyrup ein nicht unbeträchtlicher Arsengehalt nachgewiesen worden ist, der von der Verwendung arsenhaltiger

Schwefelsäure bei der Umwandlung der Kartoffelstärke in Kartoffelzucker herrührt*).

Guter Zucker ist rein weiss, glänzend, hart, ohne farbigen Schatten, trocken. Völlig reiner Zucker löst sich vollständig in Wasser zu einer farblosen Flüssigkeit, die keinerlei Sediment absetzt.

Die besten Zuckersorten sind fast vollständig frei von fremden Bestandtheilen und enthalten nur etwa $^1/_4$% Wasser. Mindere Sorten können bis 10% Wasser besitzen.

In unreinen, melassehaltigen Zuckersorten werden nicht selten Pilze und Milben gefunden. Auffällig ist bei solchen Zuckerarten der urinartige, schlechte Geruch. Derselbe lässt sich am leichtesten finden, wenn man in eine Zuckerdose, welche mehrere Stunden geschlossen war, beim Oeffnen rasch hineinriecht. Dieser üble Geruch ist nur dem Rübenzucker in dem Fall eigen, als ihm noch Melasse anhängt.

Der Zucker unterliegt nicht leicht Fälschungen und sind auch Verunreinigungen nur in den minderen Sorten hie und da anzutreffen. Von einzelnen Seiten wird das Vorkommen von Glycose und von Dextrin behauptet.

Erstere wird dadurch constatirt, dass bei Vornahme der Trommerischen Reaction sofort Ausscheidung von Kupferoxydul in reichlichem Maasse stattfindet.

Bei der Trommerischen Probe setzt man zu einer Lösung von Aetzkali, welche Rohrzucker enthält, schwefelsaures Kupfer zu, wodurch eine lasurblaue Färbung der Flüssigkeit entsteht, indem sich das niedergeschlagene Kupferoxydhydrat bei Gegenwart von Zucker wieder löst. Erhitzt man die klare Lösung bis zum Sieden, so ändert sich weder ihre Farbe, noch bildet sich ein Niederschlag; aber die geringste Menge von Glycose (Krümelzucker) reicht hin, um eine Entfärbung der Flüssigkeit und Bildung eines anfänglich gelben (von Kupferoxydulhydrat), später rothen Niederschlages (von Kupferoxydul) zu bewirken.

Ausserdem unterscheidet sich der Rohrzucker vom Krümelzucker noch dadurch, dass er in Lösungen der ätzenden Alkalien beim Erhitzen keine sichtbare Veränderung veranlasst, während Krümelzucker eine gelbe, bis granatrothe Färbung, entsprechend der Menge des vorhandenen Zuckers, bewirkt.

Zum Nachweis des Dextrins empfiehlt es sich, 13 Gramm des fraglichen Zuckers in 50 Cubik-Centimeter Wasser zu lösen und einen Theil der Lösung mit 90 bis 95% Alkohol zu versetzen, welcher bei Gegenwart von nur $^1/_2$% Dextrin eine milchige Trübung hervorbringt, den anderen Theil mit einer wässerigen Jodlösung, durch die eine weisse bis purpurrothe, bisweilen auch violette Färbung hervorgebracht wird.

Sehr regelmässig pflegt man, nach dem lange bestehenden, überall verbreiteten Gebrauche, dem raffinirten Zucker mittelst

*) Gesetz l. c. 95.

färbender Stoffe ein weisseres Aussehen zu geben. Die dazu empfohlene Blautinctur aus Indigocarmin hat keinen nennenswerthen Eingang gefunden. Das gewöhnliche, allgemein verwendete Mittel ist das Ultramarin. Beide können der Natur der Sache nach eben nur in dem Verhältnisse angewendet werden, wie es der schwache gelbliche Stich, der auch bei dem besten Raffinadzucker nicht fehlt und bei den weniger reinen Zuckersorten stärker hervortritt, erheischt, denn jeder Ueberschuss würde den entgegengesetzten Fehler — merklich blaue Farbe des Zuckers — hervorbringen. Das Blau ist sonach, namentlich bei sehr intensiver Färbekraft der genannten Materialien, nur in geringer Menge vorhanden. Immerhin kann man das Ultramarin beim Auflösen des Zuckers in Wasser als einen nach längerem Stehen am Boden sich absetzenden blauen Niederschlag, der beim Behandeln mit Salzsäure seine blaue Farbe verliert und zugleich den Geruch von Schwefelwasserstoff entwickelt, erkennen. Gesundheitsschädlich ist das Ultramarin an sich nicht und ausserdem in Wasser unlöslich.*)

Honig.

Honig ist eine Substanz, welche die Bienen aus den Nektarien der Blüthen einsaugen, in ihrem Magen umwandeln und durch den Mund wieder von sich geben. Je nach den Blüthen, welche die Bienen zur Honigbereitung ausnützen, hat der Honig eine verschiedene Zusammensetzung. Der Genuss von aus Blüthen giftiger Pflanzen producirtem Honig kann erfahrungsgemäss giftige Wirkungen hervorrufen.

Honig besteht wesentlich aus Fruchtzucker, Wachs, Farbstoff, Gummi, Salzen und freier Säure (Apfelsäure, Milchsäure, Ameisensäure). Er soll in kühlen Orten aufbewahrt werden, sonst wird er sauer.

Der Honig wird häufig gemischt oder auch gänzlich nachgemacht mit gefärbtem Stärkesyrup unter Zusatz von Mandelpulver, verschiedenen Mehlen, Gummi, Wachs u. s. w. Solche Artefacte werden im Handel unter den verschiedensten täuschenden Bezeichnungen feilgeboten als „türkischer Honig", als „Schweizer Honig" u. s. w.

Als Erkennungszeichen des echten Honigs dient das specifische Gewicht von 1·415 bis 1·440, die vollständige Auflösbarkeit in Wasser (wobei die unlöslichen fremden Substanzen sich abscheiden) und der Nichteintritt blauer Färbung bei Zusatz von Jod-Tinctur.**)

Conditoreiwaaren.

Wenn auch die verschiedenen Conditoreiwaaren als entbehrliche Luxusartikel für gewöhnlich hauptsächlich nur von einem geringen Theil der Bevölkerung consumirt werden, so muss doch in Betracht kommen, dass Fruchtsäfte, Gelées, Limonaden etc.,

*) Gesetz, l. c. 94.
**) Gesetz, l. c. 158.

welche bekanntlich auch von Kranken und Reconvalescenten aus allen Schichten der Bevölkerung recht viel genossen werden, häufig verfälscht vorkommen, so dass statt der echten Waare eine werthlose Nachahmung zum Verkaufe gelangt. Von Wichtigkeit sind auch besonders jene Conditoreiwaaren, welche ihres billigen Preises wegen in grosser Menge als Naschwerk von Kindern genossen werden; wiederholt ist solche Waare in gesundheitsgefährlicher, giftiger Beschaffenheit in den Consum gebracht worden.

Bei Conditorei-Backwerken findet nicht selten zum Zwecke der Gewichtsvermehrung Zusatz von Gyps oder Schwerspath statt. Statt Honig wird der billige (mitunter arsenikhaltige) Kartoffelzucker, statt der echten Fruchtsäfte und Limonaden werden künstliche Aether und Essenzen unter Beimischung oft schädlicher Substanzen verwendet. Vielen Zuckerwaaren wird der beliebte Mandelgeschmack durch Zusatz von rohem Bittermandelöl oder Nitrobenzol (Essenz de Mirban) verliehen. Beide diese Stoffe sind bekanntlich giftig und zwar das Nitrobenzol an und für sich uud das rohe Bittermandelöl wegen seines Gehaltes an Blausäure. (Chemisch reines Bittermandelöl ist ungiftig.) Beschädigungen durch solches Zuckerwerk sind häufig beobachtet worden. Es ist dringend geboten, die Verwendung derartiger Präparate zu den genannten Esswaaren zu verbieten.

Zur Färbung der Conditoreiwaaren werden ebenfalls nicht immer solche Farbstoffe verwendet, die erwiesenermassen ganz unschädlich sind, obwohl dem Conditor eine richtige Auswahl gänzlich unschädlicher Farbstoffe keine Schwierigkeit bereitet. Unschädlich sind:

Weiss: Mehl, Stärke.
Roth: Cochenille, Carmin, Rothrüben-, Kirschensaft.
Gelb: Safran, Saflor, Kurkuma.
Blau: Indigolösung, Lakmus.
Grün: Spinatsaft, Mischungen unschädlicher gelber und blauer Farben.
Violett: Mischungen unschädlicher blauer und rother Farben.
Braun: Gebrannter Zucker, Lakritzensaft.
Schwarz: Chinesische Tusche, Chocolade.

Zur Prüfung auf schädliche Metallfarben wird die Farbe abgekratzt, mit verdünnter Salpetersäure gekocht uud filtrirt, das Filtrat durch Eindampfen von der freien Salpetersäure befreit und der mit Wasser aufgenommene Rückstand nach den Regeln der einfachen Analyse auf Metalle geprüft.

Die Prüfung der Conditoreiwaaren auf etwaige schädliche Pflanzen- oder Theerfarben kann in derselben Weise vorgenommen werden, wie die Untersuchung der Liqueure auf diese Stoffe, wovon weiter unten die Rede sein wird.

Siebentes Capitel.

Kartoffeln, Gemüse, Obst, Pflanzenfette, Schwämme.

Kartoffeln.

Während noch zur Zeit Friedrich's des Grossen die Kartoffel so wenig cultivirt, gekannt und geschätzt war, dass man Zwang anwenden musste, um ihren Anbau zu ermöglichen, zählt sie gegenwärtig zu den allgemein gebräuchlichen und beliebten Nahrungsmitteln.

Dass die Kartoffel in so kurzer Zeit solche Verbreitung finden konnte, erklärt sich wohl daraus, dass sie billig angebaut werden kann, dass sie nahezu in jeder Bodenart, ja selbst im ärmsten Acker fortkommt und auch ein weniger günstiges Klima verträgt.

Als Nahrungsmittel zeigt die Kartoffel eine Zusammensetzung, der gemäss sie ebenso gut unter die Cerealien als unter die Gemüse eingereiht werden könnte.

Dem Gemüse steht sie nahe durch ihren reichen Gehalt an Wasser, Pflanzensäuren, Pectin, Asparagin u. s. w., welchen Stoffen man die gleiche Wirksamkeit gegen Scorbut zuschreibt, wie dem Gemüse.

Vom Getreide unterscheidet sie sich durch ihren hohen Wassergehalt. Sieht man aber vom Wasser beim Getreide und bei der Kartoffel ab, und vergleicht man nur das Mischungsverhältniss der festen Bestandtheile, so zeigt sich, dass Kartoffeln und Getreide bezüglich ihres relativen Gehaltes an Eiweiss, Stärke, Fett und Salzen nahezu übereinstimmen.

Nach den besten, bisher vorliegenden Analysen kann man annehmen, dass der Wassergehalt 70 bis 80%, der Eiweissgehalt 1 bis 2%, der Stärkegehalt 13 bis 24%, der Aschengehalt ungefähr 1% (darunter reichlich phosphorsaures Kali) im Durchschnitt beträgt.

Die Stärkekörner sind in einer zarten Cellulose eingebettet und deshalb ist die reife gesunde Kartoffel leicht verdaulich.

Den Zwecken der Ernährung dient die Kartoffel dann am besten, wenn sie abwechselnd mit anderen, nährstoffreichen Nahrungsmitteln oder als Zuthat zu unseren Speisen genossen wird. Das Verhältniss der wirklich nährenden Stoffe zu dem Wasser in den Kartoffeln ist zu gering, als dass sie für sich geeignet wären, den Bedarf an ersteren zu decken, ohne dem Organismus eine übermässige Verdauungsarbeit zuzumuthen.

Wo, wie in den Gebirgsländern, die ärmere Bevölkerung sich vorwiegend mit Kartoffeln beköstigt, kommen die Folgen dieser unzweckmässigen Ernährung deutlich zum Ausdruck.

Schädliche Beschaffenheit können die Kartoffeln annehmen:

a) wenn sie nicht völlig reif aus der Erde herausgenommen werden. Unreife Kartoffeln sind nicht mehlig, sondern schliffig. So lange man in den Vertiefungen der Oberfläche der Kartoffeln keine Spur von Keimen findet, sind sie als unreif zu betrachten. Der

Genuss unreifer Kartoffeln ruft Diarrhöen und Verdauungsbeschwerden verschiedener Art hervor.

b) Durch Erfrieren. Das Amylum ist in den Kartoffeln in membranöse Zellen eingeschlossen; gefriert die Kartoffel, so werden durch die Ausdehnung des gefrornen Wassers die zelligen Wände zerrissen und dadurch die Keimkraft der Kartoffel aufgehoben. So lange Kartoffeln gefroren sind, bleiben sie conservirt, nach dem Aufthauen aber sollen sie gleich consumirt werden, denn sonst werden sie welk, weich, lassen beim Einschneiden Wasser austreten und schmecken, da sich ein Theil Amylum in Zucker umgewandelt hat, süsslich. Später entwickeln sich durch Fäulniss andere Zersetzungsproducte, die gesundheitsschädlich sind.

c) Durch Auswachsen (Keimen). Beim Auswachsen entwickeln sich aus den kleinen Grübchen an der Kartoffeloberfläche die darin enthaltenen Keime durch höhere Temperatur und Feuchtigkeit zu langen, schlanken, blassen Stengeln. Da hierbei Amylum in Cellulose umgewandelt und Eiweiss verbraucht wird, so ist dieser Process mit Nährstoffverlust verbunden. Bei diesem Process erscheint das in der Kartoffel sonst nur in sehr geringer Menge vorhandene giftig wirkende Solanin vermehrt, namentlich ist es in den Keimen und den an diese angrenzenden Stellen überaus reichlich. Kartoffeln mit zarter Schale keimen besonders leicht. Durch Aufbewahrung in kühlen, luftigen, hellen Räumen lässt sich das Keimen lange Zeit verhüten.

d) Durch Krankheiten der Kartoffeln. Sowohl an der Schale als auch in der ganzen Knolle sind bei der Kartoffel die verschiedenartigsten pathologischen Veränderungen schon mit blossem Auge wahrzunehmen: der sogenannte Aussatz, die Pusteln, die Flechte, das Fleckigsein, der Gries, die Pockenkrankheit, Schimmelbildungen, Warzen, Knollenkluft, Grünanlaufen, Stränge im Gewebe, Tuberkeln im Gewebe, Scifigsein, Wässerigsein, Trockenfäule und Nassfäule.

Die Ursache der Nassfäule, der verbreitetsten und verderblichsten Kartoffelkrankheit, ist ein Pilz: Peronospera infestans.

Dieser Pilz gibt sich im Juni bis Mitte Juli durch braune Flecke auf den Blättern des Kartoffelkrautes und durch einen schwachen weissen Schimmel auf der Unterfläche der Blätter zu erkennen. Die braunen Flecke werden durch ein Mycelium verursacht, dessen Fäden auf der Unterfläche, bei feuchter Witterung auch an der Oberfläche des Blattes durch die Spaltöffnungen hervortreten und das Ansehen eines zarten Schimmels darbieten. Die Myceliumfäden verästeln sich ausserhalb der Blattfläche und bilden an der Spitze dieser Aeste Sporangien, welche, reif geworden, abfallen, sich bei Gegenwart von Feuchtigkeit ihrer Sporen in Portionen durch eine Oeffnung an ihrer Spitze entledigen. Die Portionen Sporen bilden sich in Schwärmsporen um, verlieren aber bald ihre Wimpern und gestalten sich zu kugeligen Gebilden, welche sofort zu keimen beginnen. Die Keime dringen durch die Epidermis anderer Theile der Kartoffelpflanze und erzeugen ein neues Mycelium.

Alle diese Kartoffelkrankheiten, namentlich aber die Fäule, sind insofern von grosser hygienischer Bedeutung, als durch sie eine grosse Menge von Nahrungsstoff verloren geht. Doch liegen keinerlei Erfahrungen darüber vor, ob durch sie gesundheitsschädliche Wirkungen hervorgerufen wurden. Der Mangel an derartigen Erfahrungen erklärt sich wohl damit, dass Niemand von diesen Krankheiten hochgradig ergriffene Kartoffeln wegen ihres schlechten Geruches und Geschmackes isst.

Die beste Zubereitungsweise der Kartoffeln ist, sie zu dämpfen; dadurch werden die Salze und das Eiweiss in der Kartoffel erhalten. Werden geschälte Kartoffeln gekocht, so verlieren sie an das Kochwasser Salze, Eiweiss und manche Extractivstoffe. Dieser Verlust ist geringer, wenn Kartoffeln sammt Schale gekocht werden.

Untersuchung der Kartoffeln.

Da Fälschungen der Kartoffeln nicht möglich sind, handelt es sich nur um Untersuchung des Nährwerthes verschiedener Kartoffelsorten.

Zur ungefähren Schätzung des Nährstoffgehaltes, namentlich des Gehaltes an Amylum, kann das specifische Gewicht der Kartoffel benützt werden. Es schwankt bei verschiedenen Kartoffeln zwischen 1·061 bis 1·129 und ist um so höher, je reicher die Kartoffeln an Stärke und Eiweiss sind.

Zur bequemen Bestimmung des specifischen Gewichtes der Kartoffeln löst man einen Theil Kochsalz in vier Theilen Wasser, wirft einige der zu prüfenden, vorher gereinigten Kartoffeln hinein und setzt in kleinen Portionen solange Wasser unter Umrühren hinzu, bis die Kartoffeln anfangen unterzusinken. Nun bestimmt man das specifische Gewicht der Flüssigkeit mittelst eines Aräometers. Es entspricht auch dem specifischen Gewicht der Kartoffeln. Der Stärkegehalt und der Trockengehalt der Kartoffeln ergibt sich durch Multiplication des specifischen Gewichtes mit einer gewissen Zahl. Die nachfolgende Tabelle enthält diese Multiplicatoren. Die Zahlen über dem specifischen Gewichte sind nämlich die Multiplicatoren zur Berechnung des gesammten Trockengehaltes, die Zahlen unter dem specifischen Gewichte sind die Multiplicatoren zur Berechnung des reinen Stärkegehaltes der Kartoffeln.

	28	27	26	24
Specifisches Gewicht	1·129—1·120,	1·119—1·115,	1·114—1·110,	1·109—1·105,
	21	20	19	17
	22	20	18	16
	1·104—1·083,	1·082—1·075,	1·074—1·069,	1·068—1·061.
	15	13	11	9

Gute Kartoffeln sollen keinen auffälligen Geruch haben, ihre Schale soll eben, glatt, nur wenig schuppig oder runzelig sein; auf der Kartoffel sollen keine Pilz- und Schimmelvegetationen sichtbar sein. Der Querschnitt der Kartoffel soll weiss, fest sein, aus ihm

soll keine Flüssigkeit hervorquellen. Die gekochte Kartoffel soll mehlig, nicht aber speckig und wässerig sein. Die Farbe der Kartoffelschale variirt bedeutend nach der Sorte.

Die Conservirung der Kartoffeln wird in neuerer Zeit vielfach dadurch realisirt, dass man sie abkocht und aus den abgekochten Kartoffeln ein Mehl bereitet.

Gemüse und Obst.

Zahlreiche Wurzeln, Stengel, Blätter, Blüthen und Früchte der verschiedenartigsten Pflanzen verwerthen wir als Gemüse und Obst für unsere Nahrung. Gemüse und Obst sind sehr wasserreiche, dagegen eiweiss-, stärke- und fettarme Nahrungsmittel. Namentlich ist das Obst das an Eiweiss relativ ärmste unter allen Nahrungsmitteln. Die chemische Charakteristik der wichtigsten Gemüse- und Obstsorten ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

Bezeichnung	Wasser	Eiweiss	Fett	Zucker	Extractivstoffe	Holzfasern	Asche
Möhren . . .	87·05	1·04	0·21	6·74	2·66	1·40	0·90
Runkelrüben.	87·88	1·07	0·11	6·55	2·43	1·02	0·94
Kohlrüben . .	91·24	0·96	0·16	4·08	1·90	0·91	0·75
Kohlrabi . . .	85·01	2·95	0·22	0·40	8·45	1·76	1·21
Spargel . . .	93·32	1·98	0·28	0·40	2·34	1·14	0·54
Gartenerbsen.	80·44	5·75	0·50	—	10·81	1·60	0·80
Blumenkohl	90·39	2·53	0·38	1·27	3·74	0·87	0·82
Rothkraut . .	90·06	1·83	0·19	1·74	4·12	1·29	0·77
Spinat	90·26	3·15	0·54	0·08	3·26	0·77	1·94
Gurken. . . .	95·60	1·02	0·09	0·95	1·33	0·62	0·39
Kopfsalat . .	94·60	1·41	0·31	—	2·19	0·73	1·03
Sellerie	84·09	1·48	0·39	—	11·79	1·40	0·84
Rettig	86·92	2·92	0·11	1·53	6·90	1·55	1·07
Radieschen .	93·34	1·23	0·15	0·88	2·91	0·75	0·74
Aepfel	83·58	0·39	—	7·73	6·01	1·98	0·31
Birnen	83·03	0·36	—	8·26	3·74	4·30	0·31
Zwetschken .	81·18	0·78	—	6·15	5·77	5·41	0·71
Kirschen . . .	80·26	0·62	—	10·36	2·08	6·07	0·73
Weintrauben	78·17	0·59	—	14·36	2·75	3·60	0·53
Erdbeeren . .	87·66	1·07	0·45	6·28	1·21	2·32	0·81
Wallnüsse . .	4·68	16·37	62·68	—	6·17	7·89	2·03
Haselnüsse .	3·77	15·62	66·47	—	9·03	3·28	1·83

Die Bedeutung der Gemüse- und Obstsorten liegt in ihrem anderen Nahrungsmitteln gegenüber für sie charakteristischen Gehalt an vegetabilischen Salzen, an Zucker, freien Pflanzensäuren und an aromatisch-ätherischen Stoffen, welche für die Geschmacksveredlung unserer Speisen so wichtig sind.

Für Kinder während der Entwicklungsperiode und des Wachsthums ist das Obst ein werthvolles Nahrungsmittel und die Abneigung vieler Eltern, es ihnen zu geben, ein reines Vorurtheil.

Gemüse und Obst sollen nur in reifem Zustande genossen werden, da sie unreif erfahrungsgemäss Diarrhöen bedingen. Eine Ausnahme machen jedoch die Gurken, die nur in unreifem Zustande genossen werden.

Wird Gemüse und Obst in rohem Zustande, ungekocht, genossen, so sollte es stets sorgfältig gereinigt werden, da es sonst leicht die Uebertragung von Eiern und Jugendformen menschlicher Entozoen (Schnecken im Salat) vermitteln kann.

Die Conservirung des Gemüses geschieht in mehrfacher Weise:

a) Durch Sauerwerdenlassen. Die Methode ist namentlich bei Sauerkraut üblich. Es tritt hiebei eine Art Gährung ein, durch welche Milch- und Essigsäure gebildet und dem Kraut ein eigener für Viele besonders angenehmer Wohlgeschmack ertheilt wird. So eingelegtes Sauerkraut ist monatelang haltbar.

b) Durch Compression nach dem Masson'schen Verfahren. Diese Methode hat den Vorzug, dass sie Gewicht und Raum der Conserven verringert und keiner besonderen Aufbewahrungsgefässe bedarf. Die Gemüse werden hiebei zunächst getrocknet, wobei das Eiweiss gerinnt, dann comprimirt und in die Form viereckiger Kuchen gebracht, welche entweder in Zinnfolien oder in Büchsen verschlossen werden. Es hat sich gezeigt, dass bei dieser Art der Conservirung die für das Gemüse so wesentlichen ätherischen Oele und überhaupt die geschmackbedingenden Stoffe verloren gehen oder gänzlich verändert werden. Uebereinstimmend heisst es, dass Masson'sche Gemüseconserven einen heuartigen Geruch zeigen, der sich durch öfteres Abbrühen mit Wasser nur zum Theil beseitigen lässt.

c) Durch Einkochen in Büchsen oder Flaschen bei hermetischem Verschluss nach dem Appert'schen Verfahren. Durch diese Methode wird der Nährwerth, die Verdaulichkeit und der Wohlgeschmack des Gemüses erhalten. Doch sind solche Gemüseconserven sehr theuer.

d) Gemüse und Obst lassen sich durch Einlegen in Oel, Essig und Zuckerlösungen conserviren. Diese Flüssigkeiten wirken ebenfalls durch Luftabschluss. Grünes in Essig conservirtes Gemüse, namentlich Gurken, Kapern u. s. w., wird häufig, wenn durch die Länge der Zeit die beliebte grüne Farbe verändert ist, durch Kupferlösungen künstlich grün gefärbt. Der kupferrothe Ueberzug eines in solches Gemüse eingelegten Eisenstabes constatirt ein solches Vorgehen.

e) Obst wird auch durch Trocknen conservirt. Hauptsächlich sind es Zwetschken, welche gedörrt sich lange Zeit conservirt erhalten.

Pflanzenfette.

Von reinen Pflanzenfetten ist als Nahrungsmittel das Olivenöl das wichtigste. Das in dem Fruchtfleische der reifen Oliven enthaltene Oel ist das beste, das Oel der Kerne schmeckt bitterlich. In den deutschen Handel gelangen nur zwei Sorten von Olivenöl, welche zu Speisen verwendbar sind, und zwar Jungfernöl, goldgelb

oder grünlich, sehr mild, angenehm schmeckend, durch kaltes Pressen der von den Kernen befreiten Früchte bereitet, und ordinäres Speiseöl, durch kaltes Pressen der gemahlenen Oliven in verschiedenen Graden der Reife gewonnen.

Das gute Speiseöl gerinnt bei $+4^0$ C. zu einer festen Masse; die geringeren Sorten des Baumöles, namentlich die heissgepressten, gerinnen früher bei $+5^0$ bis $+6^0$ C.; sie haben eine grünliche Farbe, ranzigen Geschmack und sind meist trübe. Das specifische Gewicht liegt zwischen 0·915 und 0·918.

Verfälschungen des Olivenöles mit anderen billigen Oelen sind sehr häufig und meistentheils schwer nachweisbar, weil alle fetten Oele viel Uebereinstimmendes mit einander haben. Bei der Prüfung des Oeles auf seine Echtheit hat man ausser Geruch und Geschmack, Farbe und Consistenz vornehmlich noch das specifische Gewicht, sein Verhalten bei niederen Temperaturgraden (Erstarrungspunkt), gegen salpeterige Säure (Elaidinprobe) und gegen Schwefelsäure zu beachten.

Sesamöl hat ein specifisches Gewicht von 0·921 bis 0·923 und setzt bei 0^0 festes Oel ab und erstarrt völlig bei -5^0 C.

Mohnöl, specifisches Gewicht 0·925, erstarrt bei -18^0 und wird erst bei -2^0 flüssig.

Wallnussöl, specifisches Gewicht 0·928, erstarrt bei -28^0.

Bucheckeröl, specifisches Gewicht 0·920 bis 0·923, erstarrt bei -17^0.

Rüböl, kressenartig riechend, specifisches Gewicht 0·911 bis 0·914, erstarrt bei -6^0 bis -8^0.

Erdnussöl, specifisches Gewicht 0·915, erstarrt bei -3^0.

Baumwollsamenöl, specifisches Gewicht 0·920, erstarrt bei $+2^0$.

Alle nicht trocknenden Oele, zu denen auch das Olivenöl gehört, unterscheiden sich von den trocknenden dadurch, dass erstere die Eigenschaft haben, durch salpeterige Säure in eine weisse feste Masse verwandelt zu werden, während die trocknenden dabei flüssig bleiben; darauf beruht die Elaidinprobe: man giesst 20 bis 30 Gramm des zu prüfenden Oeles auf Wasser und leitet in letzteres gasförmige salpeterige Säure, die man aus einem Apparate, in dem 20 bis 30 Gramm Eisenfeile mit dem gleichen Gewichte Salpetersäure langsam erwärmt werden, entwickelt. Nachdem man die Gasentwicklung 10 Minuten unterhalten hat, stellt man das Glas an einen kühlen Ort. Reines Olivenöl, gleichviel welcher Qualität, muss nach Verlauf einer Stunde zu einer völlig harten Fettscheibe erstarrt sein, welche, mit dem Glasstab zerdrückt, in feste Krümel zerfällt. Ist das Oel nicht fest geworden, oder zeigt es beim Zerdrücken sich weich und schmierig, so enthält es fremde Oele in grösserer oder kleinerer Menge.

Von fremden Oelen wird gegenwärtig am häufigsten Sesamöl zur Fälschung des Olivenöles benützt. Zu seinem Nachweis mischt man gleiche Raumtheile reiner Salpetersäure von 1·33 specifischem Gewicht und reiner concentrirter Schwefelsäure, bringt 20 Tropfen Oel in ein auf weisser Unterlage stehendes Uhr-

glas, setzt 4 bis 5 Tropfen der Säuremischung zu und rührt um; reines Baumöl bleibt farblos oder wird etwas gelblich, mit Sesamöl gefälschtes färbt sich grün.

Das Olivenöl wird häufig, um den hohen Zoll, der auf Speiseöl gesetzt ist, zu umgehen, von dem Versender als zu „technischen Zwecken" bestimmt bezeichnet. Die Steuerbehörde pflegt dann Terpentin oder Rosmarinöl zuzusetzen, um es als Speiseöl unbrauchbar zu machen. Ein solches Oel kann jedoch durch Erhitzen von dem zugesetzten Terpentin oder Rosmarinöl befreit und als Speiseöl wieder in den Handel gebracht werden, da es nicht riecht. Es schmeckt aber unangenehm und erregt leicht Erbrechen.

Bei Aufbewahrung des Olivenöles hat man darauf zu achten, dass es vor Licht- und Luftzutritt geschützt sei und an einem kühlen Orte, am besten im Keller gehalten werde.

In Folge mangelhafter Aufbewahrung in metallenen Gefässen kann das Oel metallhaltig werden. Ausserdem kommt es vor, dass verdorbenes, namentlich ranziges Oel mit metallischem Blei oder mit Bleioxyd absichtlich digerirt wird, weil man glaubt, dass das Blei die das Ranzigsein bedingenden Fettsäuren binde und dem Oel einen süsslichen Geschmack ertheile.

Einen etwaigen Gehalt an Metallen entdeckt man durch Schütteln des Oeles mit reiner verdünnter Essigsäure und Prüfung des abfiltrirten Essigs mit Schwefelwasserstoff.

Schwämme (Pilze).

Viele der wild wachsenden Schwämme können dem Menschen als Nahrungsmittel dienen.

Die essbaren Schwämme zeichnen sich durch einen sehr beträchtlichen Reichthum an stickstoffhaltigen Verbindungen aus, wodurch sie als Nahrungsmittel dem Fleische nahestehen, und durch den vortrefflichen Geschmack, den manche unter ihnen besitzen, so dass sie auch als Leckerbissen und Würze unserer Speisen anzusehen sind.

Auf die gesundheitliche Beschaffenheit und auf den Nährwerth der Schwämme haben viele Umstände Einfluss. Im Allgemeinen kann man sagen, dass alle essbaren Schwämme eine kräftige Verdauung erfordern und dass sie, im Uebermaasse genossen, bei minder guter Verdauungskraft unangenehme Zufälle durch Verdauungsbeschwerden hervorzubringen im Stande sind. Man hat auch beobachtet, dass essbare Schwämme, wenn solche bereits zu alt geworden und dem Zerfalle nahe gekommen sind, üble Zufälle zu verursachen pflegen.

Beim Einsammeln der Schwämme soll die Vorsicht beobachtet werden, nur junge und vollkommen frische Stücke auszuwählen und solche, welche bereits von Madengängen durchzogen sind, zurückzulassen. Bei anhaltend nasser Witterung ist das Sammeln der Schwämme ebenfalls nicht zu empfehlen, weil in diesem Falle die Schwämme wässerig, wenig schmackhaft sind und leicht dem Ver-

derben unterliegen. Schwämme sollen überhaupt so bald als möglich, nachdem sie gesammelt worden sind, zubereitet werden und alle Schwämmegerichte, welche warm genossen zu werden pflegen, sollen bald nach der Zubereitung verspeist werden, da kalt gestellte oder wieder aufgewärmte Schwammgerichte nicht nur weniger schmackhaft sind, sondern auch leicht zu Verdauungsstörungen Veranlassung geben.

Schwämme lassen sich durch Wasserentziehung mit Hilfe des Dörrens leicht conserviren. Zu diesem Zwecke werden die Schwämme gereinigt, hierauf in dünne Stückchen zerschnitten und entweder auf Bretter ausgebreitet oder an einem Bindfaden angereiht in sonniger Luft vollkommen ausgetrocknet, hierauf in einem Netze oder Säckchen aus trockenem Stoffe an einem luftigen trockenen Ort aufgehängt.

Die Hygiene und insbesondere die Sanitätspolizei haben die Aufgabe, den Genuss schädlicher giftiger Schwämme zu verhüten.

Man sucht dieser Forderung gerecht zu werden, indem man die Marktaufseher verpflichtet, sich eine gründliche Kenntniss der schädlichen Schwämme zu verschaffen und den Schwamm-Markt genau zu controliren.

Wenn auch zugegeben werden muss, dass eine solche Marktaufsicht in vielen Fällen sich recht nützlich erweisen kann, so lehrt doch andererseits die Erfahrung, dass diese Maassregel durchaus keinen ausreichenden Schutz gewährt. Wie wenig zuverlässig die Kenntnisse solcher Marktaufseher sind, lehrt ein Fall in Triest, bei dem mehrere Leute und der Marktaufseher selbst, der auf den Markt gelangte Schwämme als gut empfohlen und selbst davon gekauft hatte, nach dem Genuss derselben erkrankten.

Es ist deshalb von Wichtigkeit, dem Publicum den Grundsatz einzuprägen, es solle nur solche Schwämme geniessen, die es als unschädlich kennt.

Um aber den Genuss der fast überall in reicher Menge wild wachsenden, nahrkräftigen und wohlschmeckenden Schwämme recht allgemein zu machen, sollten der Bevölkerung zur Erwerbung einer genügenden Kenntniss der einzelnen Arten essbarer Schwämme die nöthigen Hilfsmittel geboten werden. Es ist dies um so mehr nothwendig, als bisher alle Bemühungen, verlässliche Merkmale, an denen man die Schädlichkeit oder Unschädlichkeit der Schwämme zu erkennen im Stande wäre, zu finden, völlig resultatlos geblieben sind. Denn die Angaben, dass die giftigen Schwämme eine auffallend grelle Farbe, einen beissenden scharfen Geschmack besitzen, schnell faulen, an den Bruchflächen rasche Farbenveränderungen zeigen, weisse Zwiebeln beim Kochen schwarz färben, sind durchaus nicht verlässlich.

Der Unterricht über Schwämme sollte in allen Volksschulen, namentlich auch in Dorf- und Landschulen fleissig geübt und dabei besonders berücksichtigt werden, dass von blossen Beschreibungen nicht viel erwartet werden kann, dass der Lehrer hauptsächlich

lebende Exemplare für seine Demonstrationen benützen soll, und dass, wo Abbildungen oder Wachsmodelle als Ersatz dienen müssen, dieselben völlig naturgetreu ausgeführt werden, da sonst zu Missverständnissen nur allzuleicht Anlass geboten ist.

Mit Rücksicht auf die Unsicherheit und Schwierigkeit der Unterscheidung geniessbarer von ungeniessbaren Schwämmen und der hohen Gefahr, die der Genuss giftiger Schwämme mit sich führt, verbieten die meisten Marktordnungen, zerkleinerte Schwämme auf den Markt zu bringen. Ausgenommen sind nur die Morcheln, Trüffeln und die Herrenpilze, da diese Schwämme auch im zerkleinerten Zustande leicht kenntlich sind.

Kochsalz.

Da das Kochsalz Nahrungs- und Genussmittel zugleich ist, so sei es an dieser Stelle erwähnt. Auch das beste im Handel vorkommende Kochsalz ist nicht chemisch reines Chlornatrium; es enthält als wesentliche Beimengungen Kalk und Magnesiasalze, Eisen- und Glaubersalz, ferner hygroskopisch anhängendes Wasser. Die Menge der fremden Salze soll höchstens 2 bis 5% betragen; durch schlechte Aufbewahrung eines feuchten Kochsalzes in kupfernen und zinkenen Gefässen kann es kupfer- oder zinkhaltig werden. Feuchtes Kochsalz ist entweder Folge des Lagerns an feuchten Orten oder Folge absichtlichen Zusatzes von Wasser behufs Gewichtsvermehrung. Der Wassergehalt guter Handelswaare soll unter 5% liegen.

Achtes Capitel.

Genussmittel.

Wie bereits erörtert wurde, tragen die Genussmittel zum Wiederersatz verlorener Körperstoffe direct nichts bei, weil sie weder Eiweiss noch Fett, weder Stärke noch Nährsalze enthalten und demnach den Verlust von Körpersubstanz nicht verhüten können, sie sind aber doch wesentliche Bestandtheile unserer Kost, denn nur ihr Vorhandensein in den Speisen macht uns Lust zum Essen. Reines Eiweiss, Fett, Stärke verschmähen wir, diese Stoffe schmecken schlecht und können, wenn sie doch hinabgeschluckt werden, Ekel und Brechreiz erzeugen.

Die Centralorgane der Geschmacksempfindung stehen in functionellem Zusammenhange mit den Verdauungsorganen und beeinflussen sich gegenseitig. Wohlschmeckende Speisen regen die Thätigkeit des Verdauungsapparates an, eifern seine Muskelthätigkeit zu lebhafter Bewegung an und steigern die Secretionsfähigkeit seiner Drüsen. Umgekehrt influirt auch der Verdauungsapparat das Geschmacksorgan. Sind wir gesättigt, so schmecken uns auch solche Speisen nicht, die wir nüchtern wohlschmeckend finden.

Die Schmackhaftigkeit der Speisen, die deren Verdaulichkeit wesentlich beeinflusst, wird hauptsächlich von den den Speisen zugesetzten Genussmitteln bedingt.

Mit Rücksicht auf ihre die Verdauung fördernde Function vergleicht Pettenkofer*) die Genussmittel mit der Anwendung der richtigen Schmiere bei Bewegungsmaschinen, welche zwar nicht die Dampfkraft ersetzen und entbehrlich machen könne, aber dieser zu einer viel leichteren und regelmässigen Wirksamkeit verhilft und ausserdem der Abnutzung der Maschine ganz wesentlich vorbeugt. Pettenkofer sagt, der Mensch hänge so sehr an Genussmitteln der verschiedensten Art, dass er dafür, um sich dieselben zu verschaffen, gern etwas opfert oder bezahlt. Wie Viele verzichten nicht auf ein Stück Brot, um sich eine Tasse Kaffee oder Thee, eine Prise Tabak, eine Cigarre, ein Glas Bier oder Wein zu sichern, wenn ihnen die Wahl gelassen wird; obwohl ein Stück Brot zum Fett- und Eiweissersatz im Körper beiträgt und die genannten Genussmittel nicht.

Die Wirkung der Genussmittel ist nicht blos auf den Geschmacksapparat beschränkt, sondern beeinflusst die Nerventhätigkeit auch noch in ganz anderer Richtung.

Wir sehen uns genöthigt, jene eigenthümliche Erregung der Phantasie, jene Steigerung des Urtheilsvermögens und der Arbeitslust, die eine Tasse Kaffee oder Thee erzeugt, jene lebenslustige, zur Mittheilung drängende Stimmung, die beim Glase Wein oder Bier erwacht, jene Behaglichkeit und ruhige Beschaulichkeit, in die uns das Rauchen einer Cigarre versetzt, überhaupt eine Reihe von verschiedenen auf Nervenreiz beruhenden Zuständen unseres Organismus der Einwirkung gewisser Stoffe zuzuschreiben, die in den Genussmitteln enthalten und durch Ingestion derselben in unsere Blutbahn gekommen sind. Gewisse Genussmittel setzen demnach bestimmte Nervenreize, durch welche der Organismus im Ganzen beeinflusst wird, und zwar rufen verschiedene Genussmittel verschiedene Zustände hervor; sie färben dadurch unsere Stimmung mannigfach, erwecken in uns bald Lust und Ausdauer zur Arbeit, bald machen sie uns gesprächig, ideenreich, oft verscheuchen sie unsere Müdigkeit und versetzen uns in zufriedene Ruhe.

Pettenkofer nennt die Genussmittel wahre Menschenfreunde, die unserem Organismus über manche Schwierigkeiten hinaushelfen. Unter unzählig vielen Umständen fühlt der Mensch das Bedürfniss, sich umzustimmen. Alle Völker, cultivirte und uncultivirte, äussern einen solchen Drang, und alle haben ihre Genussmittel. Um sich dieselben zu verschaffen, greifen sie je nach Gewohnheit und Gelegenheit bald zu Opium, Hanf, Kumiss, Guarana, bald zu Kaffee, Thee, Bier, Wein und Branntwein.

*) Pettenkofer, über Nahrungsmittel im Allgemeinen und über den Werth des Fleischextractes als Bestandtheil der menschlichen Nahrung. Annalen der Chemie und Pharmacie. 1873, p. 271.

Die Genussmittel steigern weiter, wie schon Moleschott angedeutet hat, die Arbeitsgrösse, indem sie das Ermüdungsgefühl beseitigen. Die Wirkung des Kaffees und Thees hat Ranke untersucht. Der Genuss caffeïnhaltiger Genussmittel verändert die Blutvertheilung im Organismus, indem durch das Caffeïn den Muskeln und Nerven, den Organen der mechanischen Arbeit, mehr Blut zugeführt wird. Dadurch erhalten die Organe einerseits eine grössere Menge krafterzeugenden Materiales, bedingen also eine grössere Arbeitsleistung, andererseits werden durch die gesteigerte Blutcirculation die sogenannten „ermüdenden Stoffe", welche durch Arbeit im Organismus aufgespeichert werden, rascher und vollständiger fortgeführt, was wiederum eine Steigerung der Arbeitsfähigkeit zur Folge haben muss. Jede Muskelbewegung ist nämlich mit einem chemischen Vorgang in seinem Innern verbunden, welcher Producte erzeugt, die dem Leben des Muskels feindlich sind, indem sie seine Arbeitsfähigkeit herabsetzen oder gänzlich aufheben, wenn sie nicht entfernt werden.

Es muss hervorgehoben werden, dass unsere Sinne und Nerven auf gewisse Genussmittelstoffe ausserordentlich empfindlich und feinfühlig reagiren und die geringsten Veränderungen des Geruches und des Geschmackes oder anderer Eigenschaften an denselben zu erkennen vermögen. Allein es ist das, was einem Menschen schmeckt, was ihm angenehm ist, was seine Nerven zu gesunder erspriesslicher Thätigkeit anregt, was der Mensch in den Genussmitteln sucht, weswegen er für manche derselben einen höheren Preis bezahlt, noch nicht genügend wissenschaftlich erkannt. Der Werth und somit auch der Preis der Genussmittel kann niemals aus den chemischen Elementen, die sie zusammensetzen, allein berechnet werden. Wenn Jemand für eine Flasche guten Rheinweines gern das Dreifache zahlt, wie für eine andere Weinsorte, so findet das eben darin seine Begründung, dass der Rheinwein ihm einen entsprechend grösseren Genuss gewährt, den eben nur die Empfindung, das Bekommen, nicht aber die chemische Analyse constatirt.

Ein jeder Mensch fügt sonach, je nach Mitteln, Verständniss, Geschmack und seinen Verhältnissen, ein oder das andere Genussmittel seiner Diät zu in der Meinung, sein Wohlbefinden und seine Leistungsfähigkeit dadurch zu fördern. Die Genussmittel sind dem Menschen unentbehrlich geworden, und deshalb erheischen sie die gleiche hygienische Obsorge wie die Nahrungsmittel.

Hervorgehoben muss werden, dass nur der vorsichtige, mässige Gebrauch der Genussmittel von Nutzen ist. Werden sie weise und mit Maass benutzt, so tragen sie reichlich zur Wohlfahrt des Menschen, zum Genuss des Lebens, zur Erheiterung bei; der Missbrauch derselben hat aber unzählig viele Einzelne und ganze Völkerschaften elend gemacht.

Es drängt sich deshalb die Frage auf, ob nicht aus hygienischen Rücksichten die vielfachen socialen Schäden, welche durch den Missbrauch gewisser Genussmittel, Branntwein, Tabak u. s. w., eingerissen sind, durch öffentliche Mittel bekämpft werden sollen.

Man hat in dieser Absicht die verschiedensten Maassregeln in Vorschlag und zur Ausführung gebracht; man hat Mässigkeitsvereine gegründet, Strafbestimmungen gegen Uebertretung der Polizeistunden und gegen Trunkenheit erlassen, Störungen der Sonntagsfeier geahndet, Kirchweihen und Tanzvergnügungen überwacht, den Wirthshausbesuch den Schülern und Lehrlingen untersagt, und in vielfach anderer Art polizeilichen Zwang zur Abhilfe angewendet.

Alle diese Maassregeln haben keinen vollen Erfolg erzielt, weil sie einer einseitigen Auffassung entstammen. Man darf dem Volke die unentbehrlich gewordenen Genussmittel und die Gelegenheit, sich aufzuheitern, nicht entziehen, ohne ihm hiefür Ersatz zu geben. Wie bereits hervorgehoben wurde, greift Jeder zu einem oder dem anderen Genussmittel. Die Wahl der Genussmittel richtet sich ebenso, wie die Wahl der Nahrung nach dem Bildungsgrad, aber auch nach den Mitteln, über die der Einzelne verfügt, und nach den Umständen und Verhältnissen, unter denen er lebt. Darum ist der Branntweintrinker nur selten in reicheren Kreisen zu finden; der Arme, der Arbeiter, der auf kargen Lohn angewiesen ist, wird hingegen förmlich zum Branntweintrinken gedrängt. Bier und Wein haben einen so hohen Preis, dass sie für ihn unerschwinglich sind. Der Genuss des Branntweines schafft ihm am raschesten das Gefühl der Erwärmung, dass ihm seine dürftigen Kleider versagen. Seine Unterhaltung sucht er in der Branntweinstube, weil ihm seine Wohnung keinen Comfort gewährt, weil er edlere Genüsse, Lectüre, Musik, Theater, wegen der damit verbundenen Auslagen sich nicht verschaffen kann, oder an Zerstreuungen anderer Art, wie z. B. an Spaziergängen u. s. w. seiner mangelhaften Bildung und Erziehung wegen keinen Gefallen findet.

Darum scheint es, dass Förderung der Bildung, Veredlung der Sitten, Verfeinerung des geistigen Geschmackes und Hebung des allgemeinen Wohlstandes die wirksamsten Mittel sein dürften, die aus dem Missbrauch alkoholischer Getränke entstehenden, wahrhaft erschreckenden Zustände zu bekämpfen.

Neuntes Capitel.

Die alkaloidhaltigen Genussmittel.

Kaffee.

Welche ausgedehnte Verbreitung die aromatisch-alkaloidhaltigen Genussmittel gefunden haben, zeigt die Thatsache, dass 500 Millionen Menschen Thee, 100 Millionen Kaffee, 50 Millionen Chocolade, 15 Millionen Paraguaythee, 10 Millionen Coca trinken.

Im Jahre 1555 wurde in Europa das erstemal, und zwar in Constantinopel unter Suleiman dem Grossen ein Kaffeehaus errichtet, dass sich die dortigen Gelehrten zum Stelldichein erwählten.

Hundert Jahre darauf wurde Kaffee auch in Italien und England getrunken, während in Deutschland noch zu Beginn dieses Jahrhunderts der Kaffee eine Seltenheit war. Heute ist er dagegen selbst in dem bescheidensten Hause fast ein tägliches Getränk.

Der Kaffeestrauch, Coffea arabica, ist in Abyssinien heimisch. Gegenwärtig wird er in allen südlichen Gegenden der neuen und der alten Welt cultivirt, besonders in Java, Sumatra, Ceylon, Portorico, Brasilien.

Die Qualität des Kaffees variirt sehr bedeutend. Die geschätzteste Sorte ist der aus seiner Heimat, dann der westarabische oder Mocca-Kaffee, obwohl die Bohnen klein und unansehnlich sind. Vorzügliche Sorten sind auch Menado, Java, Ceylon. Bahia und Domingo sind die mindesten Sorten.

Zwei Kaffeebohnen zusammen bilden den Kern einer kirschähnlichen Beere. Diese Früchte des Kaffeebaumes reifen sehr ungleich. Bei der Kaffee-Ernte wird die fleischige Hülle entfernt, die Kaffeebohnen werden gewaschen, getrocknet und versendet.

Nach Payen's Analyse besteht die rohe Kaffeebohne aus: Zellgewebe 34·0%, Fett 10·13%, Zucker, Dextrin, Citronensäure 15·5%, Eiweiss 13·0%, freies Caffeïn 0·80%, gerbsaures Caffeïnkali 3·5 bis 5%, flüchtige aromatische Oele 0·003%, Wasser 12%, Asche 6·7%.

Diese Zusammensetzung der rohen Kaffeebohnen wird durch die Röstung sehr bedeutend geändert. Es entweicht dabei Kohlensäure, Kohlenoxyd, Wasser und ein Theil des Fettes und Caffeïns. Es bildet sich aus einem Theil des Zuckers und Dextrins Caramel; es entstehen Producte der trockenen Destillation, die wesentlich für das Aroma und den Geschmack, vielleicht auch für die Wirkung des Kaffees sind; es zerspringen die incrustirten Zellschichten, das kaffeegerbsaure Caffeïnkali wird dadurch aufgeschlossen und für Wasser löslich gemacht. Das Fett durchdringt die gelockerten Gewebsräume und die ganze Masse der gerösteten nunmehr um $^1/_8$ bis $^1/_5$ des Gewichtes leichter gewordenen Kaffeebohnen wird, weil spröde geworden, zertrennbar, mahlbar. Das Rösten hat also den Zweck, das Kaffee-Aroma zur Entwicklung zu bringen. Es geschieht zweckmässig in einer durch Ventile geschlossenen Kaffeetrommel, (damit die Riechstoffe zurückgehalten werden) bei einer Temperatur von 200 bis 250°, so lange bis die Bohnen braun geworden sind und zu schwitzen anfangen. Es ist für den Geschmack des Kaffees vortheilhaft, wenn der Inhalt der Trommel nach beendetem Erhitzen rasch durch Ausschütten auf eine kalte Platte abgekühlt wird.

Zubereitung des Kaffees.

Wird der Kaffee als Infusum bereitet, so tritt in dem Kaffeeaufguss das Aroma zwar stärker hervor, aber der Kaffee hat bei dieser Bereitungsart nicht alles das abgegeben, was er abgeben könnte. Während im gerösteten und zerkleinerten Kaffee 30 bis 35% in heissem Wasser löslicher Bestandtheile enthalten sind, werden durch ein einmaliges Aufgiessen nur 20 bis 25% aufgenommen,

und zwar ist es gerade das Caffeïn, das erst durch längere Einwirkung des heissen Wassers extrahirt wird. Würde man, um alles Caffeïn in das Kaffeegetränk zu bekommen, lange kochen, so würden in Folge der langen Kochdauer wieder die aromatischen Stoffe mehr oder weniger verloren gehen. Es ist deshalb zweckmässig, den Aufguss mit einem Wasser zu bereiten, das durch Auskochen des jedesmal bleibenden Kaffeerückstandes die hartnäckig im Kaffeepulver zurückbleibenden Extractivstoffe aufgenommen hat. Kalkreiches Wasser hindert die Extraction durch Bildung von unlöslichen Kalkverbindungen des Legumins und der Gerbsäure. Ein dem Kalkgehalt entsprechender Zusatz von Soda zum Kochwasser hilft dem ab.

In neuerer Zeit kommen im Handel sogenannte Kaffee-Extracte ziemlich häufig vor. Es sind das Fabricate, welche durch Extraction der Kaffeebohnen unter Zusatz von Zucker und auch wohl von spirituösen Flüssigkeiten, Rum, Cognac, dargestellt werden.

Für Reisen und den Feldbedarf bieten sie den Vortheil einer bequemen Zubereitung, bezüglich ihrer physiologischen Wirkung können sie aber mit dem gewöhnlichen Kaffee-Aufguss nicht als gleichwerthig bezeichnet werden, da bei den zur Extraction nöthigen Manipulationen Aroma und Geschmack zum Theil verloren gehen.

Wirkung des Kaffees.

Der Kaffee-Aufguss, in mässiger Menge genossen, wirkt durch sein Caffeïn und auch durch die empyreumatischen Stoffe anregend auf das Nervensystem, namentlich auf die Gefässnerven und die Nerven der willkürlichen Muskeln. Auch wird dem Kaffee Steigerung des Urtheilsvermögens zugesprochen. Molesehott sagt: Die Sinneseindrücke werden schärfer, ein gewisser Drang zur Productivität macht sich rege, ein Treiben der Gedanken und Vorstellungen, eine Beweglichkeit und eine Glut in den Wünschen und Idealen, welche mehr der Gestaltung bereits durchdachter Ideen, als der ruhigen Prüfung neu entstandener Gedanken günstig sind. Durch Kaffee schwindet das Ermüdungsgefühl, das Schlafbedürfniss wird gemindert, die Arbeitslust gesteigert.

Mit Vorliebe nehmen wir des Morgens eine Schale Kaffee oder eine Tasse des ähnlich wirkenden Thees als Frühstück, um unsere Nerven und unsere Geistesthätigkeit zur frischen Arbeit anzuregen, unser Verschlafensein rasch zu vertreiben; auch nach Beendigung unserer Hauptmahlzeit trinken wir etwas schwarzen Kaffee, um die nach dem Essen während der Verdauung sich bei den meisten Menschen wegen vorwiegenden Zuströmens des Blutes nach den Eingeweiden einstellende Geistesträgheit zu verscheuchen. Und wenn wir am späten Abend einige Stunden länger als sonst geistig arbeiten wollen, auch da greifen wir zu Kaffee oder Thee und erhalten uns rege. Kaffeegenuss ist ferner dienlich gegen Kälte und Hitze. Durch die gesteigerte Gefässthätigkeit wird das Blut in rasche Circulation gesetzt und eine gleichmässige Erwärmung der einzelnen Körpertheile bewirkt; gegen die Hitze wirkt der Kaffee, weil er die Hautausdünstung vermehrt.

Verunreinigungen und Verfälschungen des Kaffees.

Kaffeekörner, die beim Seetransport gelitten haben oder unzweckmässig (in feuchten, dumpfigen Localen) aufbewahrt wurden, verlieren an Geschmack und Aroma, verrathen ein auffälliges Aussehen und sind schwer verkäuflich.

Um solchem Kaffee oder geringeren Kaffeesorten das Aussehen unverdorbener oder besserer Waare zu geben, wird die künstliche Färbung der Kaffeekörner vorgenommen.

Man verfährt dabei auf verschiedene Weise, indem man entweder die Bohnen mit Indigo, chromsaurem Bleioxyd, Blei, Kupfer und Eisensalzen färbt, oder durch Rollen mit Bleikugeln in Fässern dunkler macht.

Durch Schütteln der Kaffeekörner zuerst mit Wasser und dann mit salzsäurehaltigem, oder, wenn man Blei zu vermuthen hat, mit salpetersäurehaltigem Wasser wird man die durch obige Manipulationen erzeugten künstlichen Färbungen in den betreffenden Ausschüttlungen nach den allgemeinen analytischen Regeln nachweisen können.

Im Handel kommen als Kaffeebohnen Präparate vor, die gänzlich aus Thon, oder aus Mehl und Gyps dargestellt werden und in Grösse, Farbe, Gestalt täuschend dem echten Kaffee nachgebildet sind. Diese Präparate werden niemals im unvermischten Zustande als Kaffee zum Verkaufe gebracht, sondern meistens dienen sie zum Zumischen zu echtem Kaffee.

Die meisten Fälschungen erfährt der gebrannte und gemahlene Kaffee, und zwar findet die Fälschung am häufigsten durch Vermischen gebrannten Kaffees mit bereits ausgezogenem statt. Die Kaffeereste der Restaurationen bilden sogar einen Handelsartikel.

Das Publicum kann sich gegen diese Uebervortheilung leicht schützen, wenn es niemals zermahlenen Kaffee, sondern stets ganze Körner kauft. Auch sind Fälle vorgekommen, dass gebrannter Kaffee, sowohl in ganzen Körnern als gemahlen bereits vollständig extrahirt war.

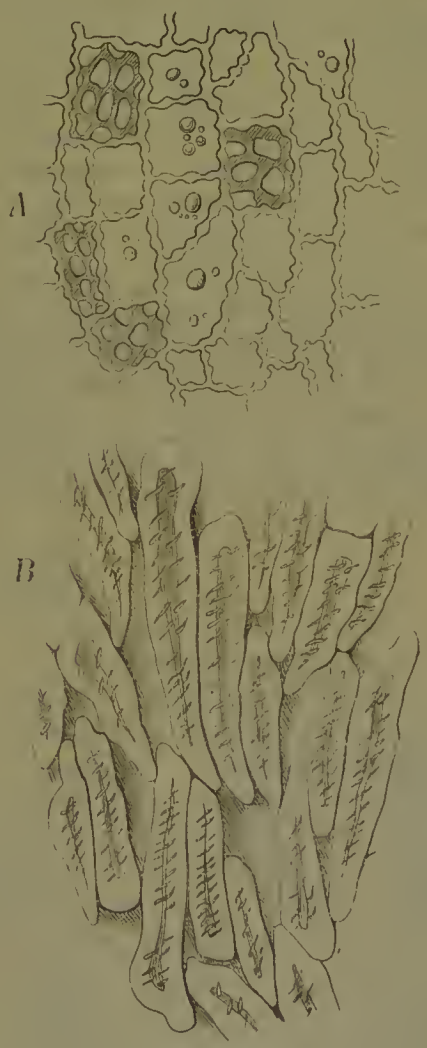
Als sonstige betrügerische Zusätze zu gebranntem, gemahlenem Kaffee dienen die gerösteten und zerkleinerten Samen und Wurzeln aller jener Pflanzen, aus denen man die sogenannten Kaffeesurrogate fabricirt: die Samen des Roggens, der Gerste, der Sonnenblumen, ferner Datteln, Feigen, Eicheln, Rüben, Cichorienwurzel u. s. w.

Man erkennt die Zusätze der von Natur weicheren Substanzen, wie die genannten Wurzeln und Rüben, daran, dass diese die Feuchtigkeit stärker ansaugen, so dass ein damit, z. B. mit Cichorie verfälschtes Kaffeepulver in der Hand mit Wasser geknetet sich ballt, während unverfälschter Kaffee lose, körnig bleibt. Auch fällt in Folge dieser Eigenschaft ein solches Pulver, wenn der fragliche Kaffee mit Wasser angerührt wird, grösstentheils zu Boden, der Kaffee schwimmt obenauf.

Der Kaffee ist ausgezeichnet durch das Fehlen fertig gebildeten Zuckers, wogegen die Cichorie fast zu einem Drittel der löslichen Substanz aus fertig gebildetem Zucker besteht. Ebenso enthält geröstetes Getreide, Feigenkaffee u. s. w. fertig gebildeten Zucker. Die Bestimmung des Zuckers kann (Seite 437) demnach unter Umständen ein geeignetes Erkennungsmerkmal für eine etwa stattgefundene Fälschung abgeben.

Die sichersten Resultate betreffs Zusatzes fremdartiger Bestandtheile zum gebrannten Kaffee gibt die mikroskopische Untersuchung.

Fig. 148.



Man zerreibt eine kleine Menge zu einem höchst feinen Pulver und prüft es unter dem Objectiv.

Die charakteristischen Form-Elemente der Kaffeebohne sind nach Vogl die Steinzellen der Samenhaut und das Gewebe des Eiweisskörpers. *)

Bei der Kaffeebohne des Handels ist die Samenhaut nicht mehr vollständig vorhanden, sondern sie fehlt an der Oberfläche derselben in Folge der bei der Enthülsung der reifen Kaffeefrucht im Erzeugungslande erfahrenen Behandlung meist vollkommen und nur in der Samenspalte, d. i. in der auf der flachen Seite der Kaffeebohne sichtbaren Längsfurche findet sich meistens der vertrocknete Rest der dünnen Samenhaut. Die Kaffeebohne besteht demnach hauptsächlich nur aus dem hornartigen Eiweisskörper, der in seinem Grunde den kleinen Keim beherbergt.

Waren an der Kaffeebohne in der Samenspalte noch Reste der Samenhaut, so wird man in dem feinen Pulver des gebrannten Kaffees gelbliche, dickwandige, spindelförmige, mit zahlreichen Porencanälen versehene Steinzellen (Fig. 148 B) wahrnehmen. Die Zellen des Eiweisskörpers sind vieleckig, dickwandig und reichliche Porencanäle zeigend (Fig. 148 A). Die Zellen enthalten formlose Eiweissmassen, Stärkemehl, Glycose, Kaffeegerbsäure, Oeltröpfchen. Das Stärkemehl ist nur in ganz geringer

*) Vogl, Nahrungs- und Genussmittel. Wien 1872, p. 61.

Menge vertreten. Wenn man das Object mit Jodlösung befeuchtet, so färbt sich das Stärkemehl dunkelblau, während Zellgewebe und Eiweiss gelblich, die Fetttröpfchen dunkler gelb oder grünlich erscheinen.

Um zu erkennen, ob bereits gebrauchter Kaffee beigemengt wurde, braucht man nur das Präparat wiederholt mit Wasser auszukochen und den Auszug einzudampfen. Die Menge des Extractes beträgt bei echtem Kaffee mindestens 25% und kann sogar bis 37% steigen. Gebrauchter Kaffee wird selbstverständlich eine viel geringere Extractmenge geben.

Weiter kann man zu demselben Zweck die quantitative Bestimmung des Caffeïns vornehmen. Im Durchschnitt enthält unverfälschter gebrannter Kaffee 1% davon. Die Ermittlung der Caffeïnmenge wird in der Weise vorgenommen, dass man 50 Gramm fein zerriebenen Kaffee mit 2 Gramm Kalk und 8 Gramm Magnesia miscbt und so viel Wasser hinzufügt, bis ein steifer Teig entsteht. Nach 24stündigem Stehen wird er im Wasserbade getrocknet. Die trockene Masse wird zerrieben und in einem kleinen Scheidetrichter, vor dessen Oeffnung man Glaswolle legt, mit Chloroform deplacirt. Der fett-, wachs- und caffeïnhaltige Chloroformrückstand wird mit heissem Wasser aufgenommen, durch ein genässtes Filter gelassen, concentrirt und zur Krystallisation hingestellt. Man erhält so das Caffeïn nahezu vollständig und in grosser Reinheit.

Auch die Asche des Kaffees eignet sich zur Ermittlung einer Fälschung mit den oben genannten Pflanzentheilen. Kaffee hinterlässt höchstens $3^1/_2$%, die anderen Pflanzentheile bis 7% Asche.

Kaffeesurrogate.

Von einem wirklichen Ersatz der Kaffeebohnen durch die vielen verschiedenartigen im Handel als Kaffeesurrogate vorkommenden Waaren kann schon deshalb keine Rede sein, weil keines dieser sogenannten Kaffeesurrogate den wesentlichsten Bestandtheil der Kaffeebohnen — Caffeïn — enthält. Die allgemeinste Bezeichnung für dieselben ist bekanntlich Cichorienkaffee, weil die Wurzel von Cichorium Intybus vorzugsweise für diese Surrogate verwendet wird. Gegenwärtig wird aber auch aus Zuckerrüben, Runkelrüben, gelben Rüben, aus Feigen, Eicheln, Getreidekörnern u. s. w. durch Trocknen und Rösten derselben Kaffeesurrogat bereitet.

Bei dem vollständigen Mangel dieser Substanzen an Caffeïn, bei dem Umstande, als das durch das Rösten entstandene Aroma häufig durch den bitteren Geschmack, den diese Surrogate zeigen, nachtheilig wirkt, dass der Nährwerth derselben in Anbetracht des sehr geringen Gehaltes an Dextrin, Zucker und Caramel ein höchst minimaler ist, dass sie sämmtlich sehr häufig von Schimmelpilzen und mancherlei Producten fauliger Zersetzung durchsetzt sind, kann man wohl mit Recht behaupten, dass Kaffeesurrogate ein diätetisches und national-ökonomisches Unglück sind, dass sie anstatt Nährstoffe ein förmliches

Spülwasser für Millionen von Frauen und Kindern um ein Geld liefern, für das man reichlich Milch und Mehl kaufen könnte.

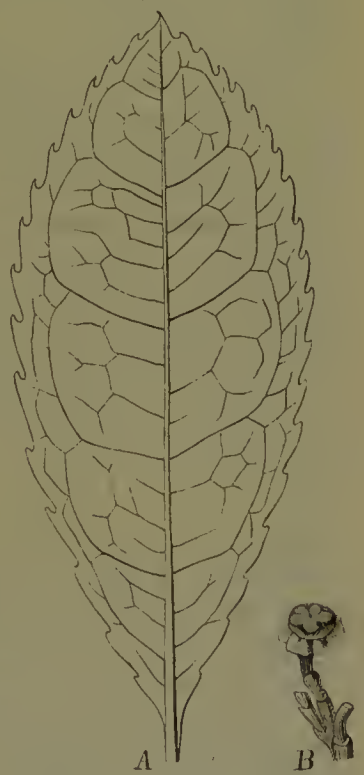
Belehrung des Publicums bezüglich des Werthes der Kaffeesurrogate und bezüglich der Natur der Waare, welche es als Kaffeesurrogat kauft, thut wahrlich noth. Ist es doch vorgekommen, dass eine Fabrik, welche eine Prämie von 1000 Gulden für den Nachweis einer Fälschung anbot, unter dem bedruckten Umschlage ausser Cichorienpulver auch Torf enthielt!

Thee.

Thee wird in China, in der Tartarei und in Persien seit den ältesten Zeiten genossen. Etwa im Jahre 1630 tranken die Holländer und 30 Jahre später die Engländer den ersten Thee. Gegenwärtig gehört Thee zu den eingebürgerten Genussmitteln.

Die Theepflanze ist ein bis 6 Fuss Höhe erreichender Strauch mit steifen, gradlinig verlaufenden Stämmchen und Zweigen von zähem Holze. Die Blätter sind dunkelgrün, im Alter lederartig, am Rande bis in die Nähe des Blattstieles gesägt, dann eine kurze Strecke glatt, unterseits drüsig, 40 bis 80 Millimeter lang, 20 bis 30 Millimeter breit; die Blattrippen, welche vom Hauptstamme aus nach der Peripherie hin verlaufen, erreichen den Blattrand nicht ganz, sondern lassen einen deutlichen Saum frei. Im jugendlichen Zustande sind die Blätter eingerollt, mit einem dichten, feinhaarigen Filze bedeckt *) (Fig. 149 A). Den Theeblättern sind zuweilen Bruchstücke von Aestchen der Theepflanze beigemengt (Fig. 149 B.)

Fig. 149.



A B

Das Hauptproductionsland des Thees ist China, welches (abgesehen von dem grossen Verbrauch im Inlande) jährlich gegen 30 Millionen Kilo zur See ausführt. Nebstdem wird auch in Japan, Tonkin, Cochinchina, neuerdings auf Java viel Thee erzeugt. In Ostindien, Brasilien und in den Südstaaten Amerikas ist der Theebau erst im Anfang des jetzigen Jahrhunderts eingeführt. Der beste Thee wird in China zwischen dem 27. und 33. Grad nördlicher Breite gewonnen.

Die Behandlung, welche der Thee von dem Einsammeln der Zweigspitzen und Blätter bis zum Versenden durchzumachen hat, wird ziemlich verschieden geschildert. Der grüne Thee wird durch rasches Erhitzen der frischen Blätter unter fleissigem Umrühren in einer eisernen Pfanne über freiem Feuer nebst Kneten und Rollen zwischen den Händen erhalten. Die Blätter bilden nun kleine, fast

*) Vogl, l. c. 67.

kugelrunde oder länglich runde Massen von mattgrünlicher Farbe, die man für den Export durch Bestäuben mit einer Mischung von Blau (Indigo, Berlinerblau), Gelb (Curcuma) und Weiss (Thon oder Gyps) in eine mehr bläulich- oder grünlichgraue überführt.

Der schwarze Thee verdankt seine dunkle Farbe einer Art Schwitzung oder Gährung, welcher man die Blätter vor dem Trocknen dadurch unterwirft, dass man sie eine Zeit lang, in Haufen aufgeschüttet, sich selbst überlässt. Der schwarze Thee erscheint als ein Gemenge von schwarzbraunen, unregelmässig gestalteten, meist dünnen, stielartig geformten Fragmenten und bleibt meist ungefärbt.

Die sehr zahlreichen, in Geschmack und Wirkung abweichenden Sorten, in denen der Thee im Handel vorkommt, entstehen durch die Auswahl und Behandlung der Blätter, die Zeit der Ernte, die mehr oder weniger für den Theebau geeignete Lage. Die zur Zeit der ersten Ernte von den Zweigspitzen gesammelten, sortirten, sehr zarten Blätter liefern die besten Sorten, völlig ausgebildete Blätter die mittleren, ältere, im Sommer und Herbst gesammelt, mit Theilen von Zweigen untermischt, die geringen. Die billigste Theesorte, der sogenannte Backsteinthee, wird aus dem Staub und den Abfällen, welche bei dem Trocknen und Absieben der Blätter entstehen, fabricirt. Ein grosser Theil beider Theesorten wird auch sehr häufig durch Untermengen verschiedener Blüthen (Jasmin, Orange, Rose) parfümirt. Diese riechenden Blüthen werden aber vor Versendung des Thees wieder zum grössten Theil herausgenommen. Die Verpackung findet entweder in Bleifolien oder in Kistchen statt. Im ersteren Fall kann nachweislich leicht Blei in den Thee übergehen.

Von den zahlreichen, mit chinesischen Benennungen belegten Handelssorten des Thees sind der Peeco (aus den jüngsten Blättern bestehend, mit kleinen, weiss-filzig behaarten Blättchen untermischt), dann Congo (Bruchstücke von völlig ausgewachsenen Blättern, röthlichbraun gefärbt, mit kleinen Zweigstückchen untermischt) und Souchong (ältere, zusammengedrehte, dunkelbraune Blätter, denen meist die äusserste Spitze fehlt) die wichtigsten schwarzen, Haysan, Gunpowder und Tonkay die wichtigsten grünen Sorten. Bei uns wird am meisten Congothee verbraucht.

Die wichtigsten Bestandtheile des Thees sind das Theïn (Theïn und Caffeïn sind identische Körper), welches zu 1·5% bis zu 2·4% gefunden wird, ferner ätherisches Oel (0·6 bis 1%), Gerbsäure (13 bis 18%), Eiweiss (4%), Dextrin (7·3 bis 12·2%), Extractivstoffe (19·9 bis 23%), Asche (4·8 bis 5·6%), Cellulose (14·1 bis 28·3%), Wasser (4 bis 10%) und kleine Mengen von Chlorophyll, Harz, Wachs.

Die beste Bereitungsweise des Theegetränkes ist die, dass man den Thee mit kochendem Wasser übergiesst, das Gefäss zudeckt und durch fünf Minuten extrahirt. Dies genügt, um die wirksamen und aromatischen Bestandtheile in den Theetrank überzuführen. Durch längeres Kochen wird viel Gerbstoff ausgezogen, der bereitete Thee schmeckt dann herb. Eine Tasse Thee aus 5 bis 6 Gramm echten Blättern enthält im Durchschnitt ebensoviel Caffeïn als eine Tasse Kaffee aus 17 Gramm Bohnen.

In physiologischer und diätetischer Hinsicht wirkt der Thee ebenso wie der Kaffee, nur ist er, weil nicht so reich an Röstungsproducten, als Genuss- und Reizmittel milder als Kaffee. Der grössere Gerbstoffgehalt macht ihn für schwache Verdauung und bei Neigung zum Durchfall besonders werthvoll.

Untersuchung des Thees.

Zahlreich sind die Verfälschungen des Thees. Von den bereits erwähnten künstlichen Färbungen grüner Theesorten seitens der Chinesen muss hier abgesehen werden, da sie einerseits keine sanitären Bedenken erregen und wegen ihrer Allgemeinheit gleichsam eine Art Berechtigung erlangt haben.

Die häufigste Art der Fälschung ist die mit gerbstoffhaltigen Blättern anderer Pflanzen, vorzugsweise von Weiden, Schlehstrauch, welche den Theeblättern morphologisch am nächsten stehen, dann mit Eichen-, Buchen-, Platanen-, Kastanien-, Ulmen-, Hollunder-, Erdbeer- und Weidenröschenblättern. Letztere werden namentlich in Russland zur Fälschung benützt. Schon in China soll Thee mit Blättern von Chloranthus und einer Camellienart gefälscht und von den Chinesen Lie — das ist Lügenthee — genannt werden.

Die Fälschungen mit anderen Blättern werden am besten entdeckt, wenn man die Blätter in Wasser aufweicht, dann auf Glasplatten aufrollt und nun in morphologischer Beziehung untersucht.

Die Verfälschung des Thees mit schon gebrauchten Theeblättern wird nach Eder im grossartigsten Maassstabe betrieben. Nach demselben sollen in London allein im Jahre 1843 sich acht Fabriken damit beschäftigt haben, gebrauchten Thee wieder verkäuflich zu machen.

Um nachzuweisen, ob ein Thee mit schon gebrauchten Blättern versetzt ist, wurde wiederholt empfohlen, den Gehalt des Thees an Theïn zu bestimmen. Allein diese Bestimmung kann keinen sicheren Aufschluss nach dieser Richtung geben, da der Theïngehalt in echten Blättern sehr bedeutend variirt und ein Thee, mit grossen Mengen abgebrühter Theeblätter versetzt, doch einen hohen Theïngehalt aufweisen kann. Nicht einmal als Werthmesser für echten Thee kann die Bestimmung des Theïns gelten, denn die wohlfeileren Sorten des gelben und grünen Thees sind nicht selten theïnreicher als die theureren.

Verhältnissmässig die sichersten Anhaltspunkte, ob Beimischung eines schon gebrauchten Thees vorliegt, gibt die Bestimmung des Thee-Extractes und der Thee-Asche.

Wie aus folgenden Zahlen zu ersehen ist, machen sich nach Eder*) zwischen frischen und bereits extrahirten Theeblättern grosse Verschiedenheiten bemerkbar.

*) Eder, pol. Journ. 231, S. 445, u. 231, S. 526.

Theesorte	Originalblätter				Extrahirte Blätter			
	Gerbstoff	Extractivstoffe	Asche	In Wasser lösliche Asche	Gerbstoff	Extractivstoffe	Asche	In Wasser lösliche Asche
Schwarzer Congo I.	11·20	40·3	5·43	2·83	4·14	10·2	3·92	0·94
„ „ II.	10·10	39·4	6·21	1·55	5·65	15·3	4·89	0·46
„ „ III.	8·36	37·6	6·05	2·32	3·31	8·5	4·27	0·39
Assam Souchong . .	10·95	44·3	5·22	3·09	5·07	19·2	4·96	1·05
Grüner Haysan . . .	12·44	43·2	4·89	2·77	5·36	13·2	3·41	0·71
Gelber Japan . . .	13·07	39·5	5·81	2·73	2·62	12·0	3·40	0·47

Man kann demnach fordern, dass ein guter Thee nicht unter 30% in Wasser lösliche Substanzen enthalte, welcher Gehalt auch im englischen Gesetz bestimmt ist. Die Asche soll nicht über 6% hinausgehen.

Sollten Gründe vorliegen, die Untersuchung eines Thees auf Theïn vorzunehmen, so übergiesst man zu diesem Zwecke 20 bis 25 Gramm Theeblätter mit 100 Cubik-Centimeter Wasser, vermischt die erweichten Blätter mit dem gleichen Gewicht frisch gelöschten Kalkes und trocknet im Wasserbade ein. Der Rückstand wird mit Chloroform erschöpft und dieses abdestillirt. Man erhält ein grünes Gemenge von Theïn und Chlorophyll, welches in siedendem Wasser gelöst, mit Thierkohle entfärbt, beim Verdunsten Theïnkrystalle liefert.

Dem Thee sehr nahestehende Genussmittel sind der Paraguay-Thee, auch Maté genannt, und Coca.

Der Paraguaythee besteht aus den Blättern von Ilex paraguayensis. Dieser Thee wird in den südamerikanischen Staaten viel benützt. Seine Zusammensetzung und seine Wirkung ist dem ostindischen Thee sehr ähnlich. Sein Infusum ist braungelb, herb und etwas bitter. Das Aroma dieses Thees geht bald verloren, weshalb derselbe für längere Zeit nicht haltbar ist.

Coca, die Blätter von Erythroxylon Coca, wird namentlich von den Indianern der Anden zum Theil gekaut, zum Theil als Thee-Aufguss verwendet. Coca enthält ein flüchtiges (Hygrin) und ein nicht flüchtiges (Cocaïn) Alkaloid. Letzteres soll in toxicologischer Beziehung dem Atropin nahe stehen und, in grösserer Menge genommen, Delirien und Erschöpfung bedingen. Coca ist bekanntlich ein die Muskelthätigkeit besonders anregendes, Abspannung und Ermüdung zurückdrängendes Genussmittel. Indianer sollen bei Genuss des Coca die grössten Strapazen überwinden.

Cacao.

Der in Amerika zwischen dem 15. Grade nördlicher und dem 5. Grade südlicher Breite heimische und dort häufig gebaute Cacaobaum (Theobroma Cacao) trägt fleischige, unseren reifen Gurken ähnliche Früchte, welche zahlreiche Samen, meist horizontal in 5 Längsreihen angeordnet, in dem Fruchtfleisch eingebettet enthalten.

Die reifen Samen sind eiförmig, häufig auf einer oder auf beiden Seiten plattgedrückt, besitzen eine dünne, papierartige, gencrvte Schale von hellbrauner bis grauer Farbe, welche bei einigen Cacaosorten sich leicht vom Kern trennt, leicht zerbrechlich ist, bei anderen fest und zähe auf denselben haftet. Um letztere von dem fest anhängenden Fleische zu befreien, schneidet man die Früchte auf, nimmt den Inhalt heraus und unterwirft ihn, in Haufen oder in Gruben gelegt, einer Art Gährung. Sobald die Masse locker geworden ist, wäscht man das breiig gewordene Fleisch weg und trocknet die gereinigten Samen an der Sonne. Hierdurch wird auch die Keimfähigkeit der Samen aufgehoben und ihre Farbe wird braun. Auch verliert sich hiebei der den Samen ursprünglich eigenthümliche herbe Geschmack.

Um aus den so erhaltenen Samen die zur Anfertigung der Chocolade dienende Cacaomasse zu bereiten, werden die von Staub, Sand, von unreifen oder beschädigten Bohnen etc. theils durch Absieben, theils durch Auslesen befreiten Samen zunächst in ähnlicher Art wie der Kaffee, doch nur bei einer 100° nicht übersteigenden Temperatur geröstet. Der geröstete Cacao wird durch Schrotmühlen und Windfeger von Schalen und Häutchen befreit und auf durch Dampf erwärmten Granitwalzen zu einer äusserst feinen, in der Wärme syrupartig flüssigen Masse gerieben, welche beim Erkalten zu einer festen, braunen, fettigen Substanz, der Cacaomasse erstarrt. Aus der Cacaomasse wird durch Zusatz von Zucker und Gewürzen, namentlich Vanille und Zimmt die gewöhnliche Chocolade gemacht.

Die Zubereitung der Chocolade ist eine einfache; man kocht sie nach ihrer Verreibung mit Wasser oder Milch.

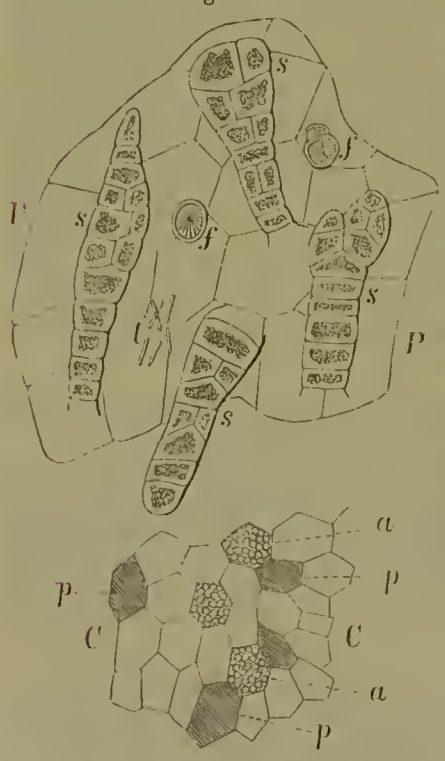
Die Cacaomasse zeigt nach Analysen von Mitscherlich folgende durchschnittliche Zusammensetzung: Cacaobutter 45 bis 49%, Stärke 14 bis 18%, Zucker 0·60%, Cellulose 5·8%, Pigment 3·5 bis 8%, Eiweiss 13 bis 18%, Theobromin 1·2 bis 1·5%, Asche 3·5%, Wasser 5·6 bis 6·30%.

Wie aus dieser Zusammensetzung der Cacaomasse erhellt, ist dieselbe nicht nur allein als Genussmittel, sondern auch als werthvolles Nahrungsmittel zu schätzen. Als Genussmittel steht Cacao dem Kaffee und Thee nahe, da der wirksame Bestandtheil des Cacao, das Theobromin, in toxischer und physiologischer Beziehung ähnlich wie Theïn wirkt, und bei Herstellung der Cacaomasse ähnliche Röstproducte gebildet werden, wie beim Brennen des Kaffees und bei der Schwitzung des Thees; als Nahrungsmittel enthält Cacao reichliche Mengen von Fett und auch etwas Eiweiss. Regelmässiger Genuss des Cacao ist nicht immer rathsam, weil hierdurch leicht Verstopfung eintritt. Dagegen erweisen sich Cacaopräparate, abwechselnd mit anderen Speisen und Getränken genossen, sehr nützlich. In Tafeln gepresst, ist Chocolade sehr haltbar und empfiehlt sich dadurch zur Verpflegung der Soldaten im Felde, und beim Reisen.

Die mannigfachen Vorzüge der Cacaopräparate werden durch den hohen Preis und die Häufigkeit und Leichtigkeit der Fälschungen geschmälert.

Die im Handel vorkommende Chocolade wird zu ausserordentlich verschiedenen Preisen verkauft. Die theueren Sorten enthalten wohl in der Regel ausschliesslich die obgenannten Materialien (Cacao, Zucker, Gewürz); in den billigeren Sorten sind die werthvollen Bestandtheile der Cacaobohne durch wohlfeile Bestandtheile substituirt. Die Erkennung solcher Zusätze wird für den Consumenten erheblich erschwert durch die Gegenwart stark riechender und schmeckender Substanzen und es sind daher vorzugsweise die stark parfümirten Sorten, in welchen sich Beimischungen von Getreide- und Hülsenfruchtmehl, Dextrin, gerösteten Eicheln, gepulverten Kastanien, Hammelfett, Kalbsfett, Sesamöl in grösserer Menge vorfinden.

Fig. 150.



Wird Chocolade fein geschabt und einige Tage stehen gelassen, so schmeckt sie ranzig, wenn fremde Fette zugesetzt worden sind, während reines Cacaofett sich unverändert hält. Wird aus der Chocolade das Fett extrahirt, so muss es, wenn es echtes Cacaofett ist, bei 24 bis 25° C. schmelzen. Mineralische Beimengungen können in der Asche aufgesucht werden. Die Asche guter Chocolade beträgt höchstens 4%.

Man kann Cacao oder Chocolade auch mikroskopisch untersuchen, um etwaige fremde Zusätze nachzuweisen. Die reine Chocolade soll nur aus dem enthülsten Samen und Zucker bestehen und daher nur die Gewebselemente des Samenkorns und der inneren Samenhaut enthalten. Will man Chocolade mikroskopisch untersuchen, so wird sie kalt zerrieben, zuerst zur Beseitigung des Fettes mit Aether, dann zur Beseitigung des Zuckers mit lauwarmem Wasser ausgezogen und nun das in Aether und Wasser Unlösliche unter das Objectiv gebracht. Behufs der mikroskopischen Prüfung von Cacao wird etwas von der Masse fein zerrieben, ein Theil davon mit verdünntem Glycerin gemischt, ein anderer Theil mit Wasser längere Zeit geschüttelt, auf einem Filter gesammelt und dann geprüft.

Cacao hat verschiedene Gewebselemente, welche sich von denen der Verfälschungsmittel wesentlich unterscheiden. Zunächst sind zu erwähnen (Fig. 150) die verlängerten, cylindrischen, keulenförmigen oder spindelförmigen, an ihrem einen Ende oft getheilten, durch Querscheidewände, hin und wieder auch durch Längsscheidewände

geschichteten Schläuche (*s*), dann die in Fett gelagerten, zusammengesetzten, winzige Stärkemehlkörnchen führenden, braunen vieleckigen Zellen (*a*) der Keimlappen (*CC*) und die denselben untermischten oder in Reihen gestellten Zellen (*p*), einen rothbraunen Farbstoff enthaltend. Der Farbstoff wird durch verdünnte Schwefelsäure blutroth und durch Essigsäure violett gelöst. Verdünnte Eisenchloridlösung tingirt blau. Die Stärkemehlkörnchen des Cacao sind, wie bereits bemerkt, zusammengesetzt und $^1/_6$ bis $^1/_8$ im Durchmesser kleiner als Getreide- oder Kartoffelstärkekörnchen. Ihr Durchmesser schwankt von 0·005 bis 0·008 Millimeter*).

Tabak.

Der Tabak kann ebenfalls unter die alkaloidhaltigen Genussmittel eingereiht werden.

So wie wir mit dem Thee und Kaffee Röstproducte und toxisch wirkende Stoffe einführen und dadurch die beschriebenen nervenerregenden Wirkungen hervorrufen, so vermag auch das Rauchen des Tabaks durch die hiebei sich bildenden sehr verschiedenartigen Röstungs- und Verbrennungsproducte und durch die im Tabakrauch vorhandenen Alkaloide und aromatischen Stoffe einen gewissen Reiz zu setzen.

Unter den Bestandtheilen des Tabaksblattes sind die wichtigsten: das giftige Nicotin und das Nicotianin, eine campherartige Riechsubstanz, die auf die Qualität des Tabaks und seines Rauches wahrscheinlich von wesentlichem Einfluss ist.

In hygienischer Beziehung sind mit Rücksicht darauf, dass der Tabakgenuss hauptsächlich im Rauchen besteht, vorzüglich die Rauchbestandtheile von Interesse. Sie beeinflussen nicht nur den eigentlichen Tabakgenuss, sie gelangen auch in die Mundhöhle und in die oberen Theile des Verdauungsapparates und werden hier zum Theil resorbirt.

Die Anschauungen über die Zusammensetzung des Tabakrauches sind noch nicht geklärt. Im Gegensatze zu Heubel und Gorup-Besanez geben Eulenberg und Vohl an, dass der Tabakrauch kein Nicotin, dagegen Kohlensäure, geringe Mengen von Kohlenoxyd und Blausäure, Schwefelwasserstoff, Sumpfgas, flüchtige Fettsäuren, Phenol, Creosot, benzolartige Kohlenwasserstoffe, viel Ammon und eine Reihe von Picolin und Pyridinbasen enthalte. Die giftigen Wirkungen des Tabakrauches schreiben Vohl und Eulenberg hauptsächlich den Picolin- und Pyridinbasen und dem Kohlenoxyd zu.

Die Wirkungen des Tabakrauchgenusses äussern sich sehr verschieden nach der Individualität des Rauchers und insbesondere nach der Widerstandsfähigkeit des individuellen Nervensystems gegen Tabakgift.

*) Vogl, l. c. p. 84.

Gewiss ist, dass der gewohnheitsmässige Genuss des Tabaks wenigstens mancher Individualität ernste Leiden bringt (Appetitlosigkeit, Betäubung des Sensitoriums, chronischen Pharynx und Magenkatarrh, Schwindel, Schwäche, Herzklopfen, Zittern etc.); andererseits gewöhnen sich unzählig Viele, nachdem sie und trotzdem sie die ersten so unangenehmen Tabaksinhalationen durchgemacht haben, an das Rauchen; die Cigarre oder die Pfeife wird ihnen ein allmäliges Bedürfniss, wird ein Reiz, der die Phantasie anregt, zu geistiger Arbeit anmuntert, Sorgen verscheucht und körperliche Strapazen leichter ertragen macht.

Nahezu stets wird das Rauchen schädlich, wenn der Tabakrauch geschluckt oder die Tabakblätter gekaut werden. Magen- und Rachenkatarrhe sind davon die geringsten Folgen.

Bei der fabriksmässigen Zubereitung der Tabaksblätter zu Rauchtabak und zu Cigarren wird ein Theil der in den Tabaksblättern enthaltenen Giftstoffe durch Beizen und Gährung zerstört, dennoch enthält der präparirte Tabak von diesen Stoffen genug, um die als Hausmittel so beliebten Tabakklystiere recht gefährlich zu machen.

Zehntes Capitel.

Die aromatischen Genussmittel.

Gewürze.

Die Gewürze sind Genussmittel, die vorwiegend den Geschmack der Speisen veredeln und den sinnlichen Genuss des Essens steigern. Sie enthalten Substanzen von verschiedenem chemischen Charakter, meist ätherische Oele, Harze, welche eine nervenerregende Wirkung ausüben. Diese äussert sich meistentheils als Reiz nur auf die Applicationsstellen, weshalb hauptsächlich die Verdauungsorgane zu einer lebhaften Thätigkeit veranlasst, das Verlangen nach Nahrungsaufnahme belebt, die Absonderung der Verdauungssäfte vermehrt und die peristaltische Darmbewegung gesteigert wird.

Soll die für die Verdauung so wichtige Erregsamkeit unserer Nerven durch diese Genussmittel für die Dauer erhalten bleiben, so muss für eine gewisse Abwechslung in der Einführung dieser Stoffe gesorgt sein, denn die andauernde Einwirkung des stets gleichen Reizes stumpft die Nerven für denselben ab. Es erklärt sich daraus, warum sich unsere Küche zahlreiche und mannigfache Gewürze verschafft.

Die Gewürze werden oft gefälscht und zwar besonders häufig im gepulverten Zustande, so dass sie gepulvert billiger zu haben sind als unzerkleinert. Das Publicum kann sich vor Gewürzverfälschungen am besten schützen, wenn es zerkleinertes Gewürz nicht kauft.

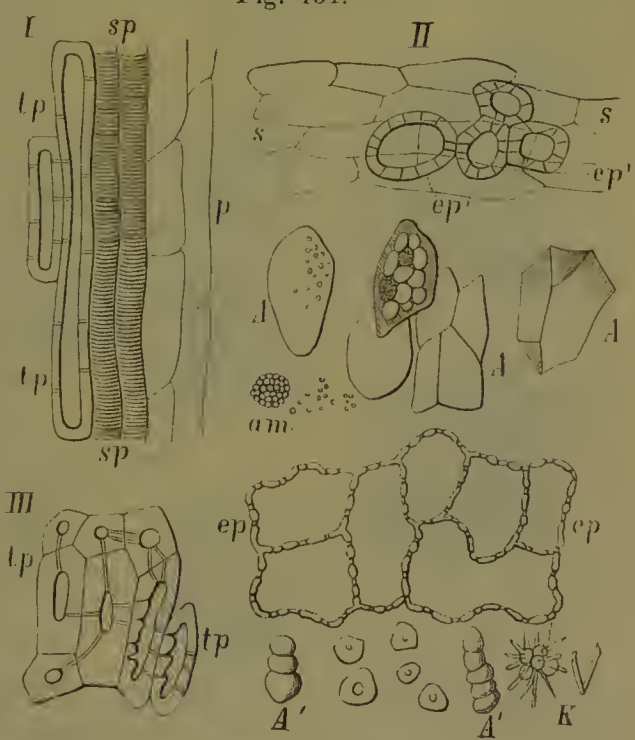
Alle Gewürze, die als Hauptbestandtheil flüchtige ätherische Oele enthalten, sollten in dicht schliessenden Gefässen sorgfältig aufbewahrt werden.

Pfeffer.

Der Pfeffer ist das im grössten Maassstabe verbrauchte Gewürz. Der schwarze Pfeffer sind die unreifen Früchte des Pfefferstrauches (Piper nigrum) sammt Schalen. Weisser Pfeffer sind die reifen, von ihren Schalen durch Einlegen in Kalkwasser befreiten Früchte. Die wirksamen Bestandtheile des schwarzen und weissen Pfeffers sind ein scharfes Harz, ein scharfes ätherisches Oel und ein Alkaloid, Piperin.

Verfälschungen des Pfeffers kommen sehr häufig vor. Pfeffer wird nicht nur im gemahlenen Zustande mit verschiedenen Mehlen, Hanf, Leinsamen, Bertramswurzel, gebranntem Elfenbein, Palmölrückständen u. dgl. vermischt, sondern es werden auch vollständig nachgemachte Pfefferkörner im Handel vorgefunden, bestehend aus Oelkuchen, Lehm und Cayennepfeffer.

Fig. 151.



Bei Untersuchungen auf Pfefferverfälschung ist zu berücksichtigen, dass der Pfeffer naturgemäss Staub und Schalen in einer je nach Umständen, Qualität, Lagerungsverhältnissen etc. wechselnden Menge enthält, so dass der Aschengehalt zwischen 3·5 und 6·5% schwankt. Ausser der Aschenanalyse ist die mikroskopische Untersuchung für die Erkennung fremder Zusätze von Wesenheit.

Der gepulverte Pfeffer bietet dem Auge beim Mikroskopiren mehrere charakteristische Form-Elemente*).

Fig. 151 I. *sp sp* Spiralgefässe mit anhaftenden Steinzellen *tp tp* und Parenchymzellen *p p*. II. Gewebe der inneren Fruchthautpartien *s s* mit anhängenden Zellen *ep' ep'* der Innenepidermis. III. Eine Gruppe von Steinzellen *tp tp* aus den äusseren Partien der Fruchthaut; *A A* Kleistermassen aus den Zellen des Eiweisskörpers; *A' A'* Stärkekörnchen; *K* Krystalle von Piperin; *ep* Fruchtgehäuseoberhaut.

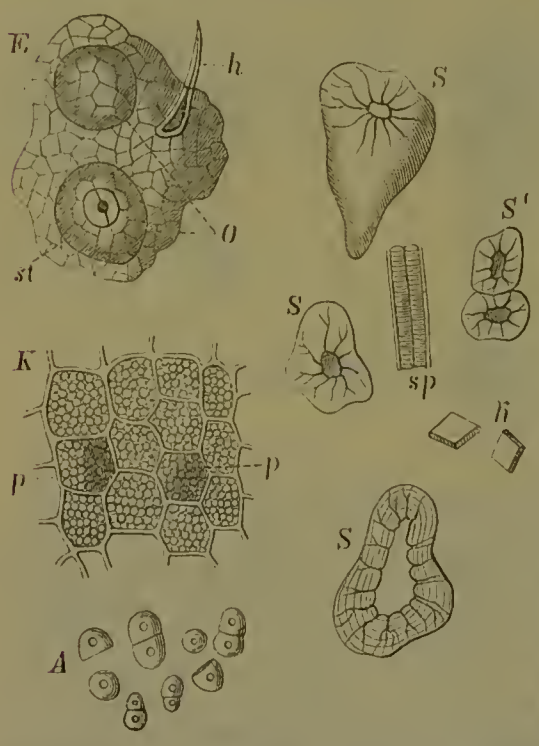
*) Vogl, l. c. p. 101.

Piment.

Piment, auch Nengewürz genannt, sind die Früchte von Pimenta officinalis, einem Baume, welcher in Westindien heimisch, in Mexiko, Brasilien, auch in Ostindien angebaut wird. Sie sind erbsengross, kugelig, röthlichbraun oder graubraun, an der Oberfläche mit kleinen Wärzchen besetzt. Sie besitzen einen stark gewürzhaften Geruch, brennenden Geschmack, sind fest und leicht zu pulvern. Das dünne Fruchtgehäuse umschliesst 1 bis 2 Fächer; jedes Fach 1 bis 2 fast kreisrunde, glänzend dunkelbraune, etwas gedrehte Samen.

Neben Stärkemehl, fettem Oel, Gerbstoff, enthält der Piment reichliche Mengen ätherischen Oeles (oft mehr als 6%).

Fig. 152.



Der Piment ist ein allgemein beliebtes Gewürz für Speisen, Backwaaren und andere Genussmittel. Auch in der Liqueurfabrication findet er Verwendung.

Der gemahlene Piment unterliegt ähnlichen Fälschungen wie der Pfeffer; zuweilen setzt man ihm überdies gemahlene Nelkenstiele und Sandelholz zu.

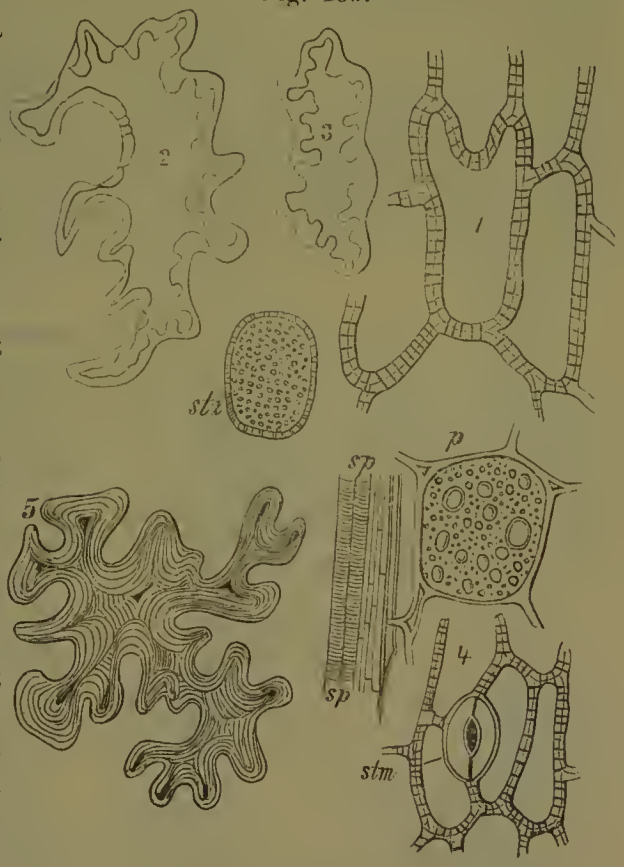
Das Pulver des Piments zeigt unter dem Mikroskop folgende charakteristische Gewebs-Elemente (Fig. 152): Stück der Oberhaut mit durchschimmernden Oelhöhlen *(O)*, mit einem Haar *(h)* und einer Spaltöffnung *(st)*. Dickwandige Steinzellen, viele mit verzweigten Porencanälen (*S* und *S'*); Spiralgefässfragmente *(sp)*; rhomboedrische Kalkoxalatkrystalle *(K)*; Gewebe des Keims mit den Farbstoffzellen *(pp)*; Stärkekörnchen aus den Zellen des Samens *A* (Vogl).

Spanischer Pfeffer.

Als spanischen Pfeffer oder Paprika bezeichnet man die Früchte von Capsicum annuum, einer einjährigen Pflanze, welche ursprünglich in Südamerika heimisch, gegenwärtig in allen wärmeren Ländern (bei uns in Ungarn) gebaut wird. Die trockene, sehr leichte und lockere, gestielte, 50 bis 70 Millimeter lange, glänzend rothe Frucht wird von dem fünf- bis sechszähnigen Kelche unterstützt; sie besteht aus einem dünnen, lederartigen Fruchtgehäuse, welches an der Basis durch mehrere Scheidewände in Fächer getheilt, oberhalb hohl ist. An dem schwammigen Samenträger sitzen zahlreiche,

eierförmige, plattgedrückte blassgelbe Samen. Ueber die wirksamen Bestandtheile des spanischen Pfeffers fehlen genauere Untersuchungen.

Fig. 153.



Der gemahlene Paprika wird vielfach gefälscht, am häufigsten mit gemahlenem Zwieback, Mandelkleien, Rübsölkuchen.

Charakteristische Form-Elemente sind: Zellen unter der äusseren (Fig. 153 1) und inneren Epidermis (Fig. 153 2 und 3), Oberhaut des Kelches mit einer Spaltöffnung (Fig. 153 *stm*), Gefässbündel *sp*; Steinzelle *stz*; Parenchym aus der Fruchthaut *p*; Oberhaut des Samens (Fig. 153 5)*).

Zimmt.

Unter Zimmt versteht man die von den äusseren Gewebsschichten theilweise oder grösstentheils befreiten und getrockneten Zweigrinden mehrerer Arten der Gattung Cinnamomum aus der Familie der Lorbeerartigen.

Im Handel werden drei Zimmtsorten unterschieden: Kanehl oder Ceylonzimmt (Cortex Cinnamomi), chinesischer oder Zimmtcassia (Cassia lignea) und der Holzcassia oder Malabarzimmt (Cassia vera).

Der Ceylonzimmt ist am gehaltreichsten, er enthält 1% flüchtiges Oel, den Aldehyd der Zimmtsäure, Harz, Gummi und Gerbstoff.

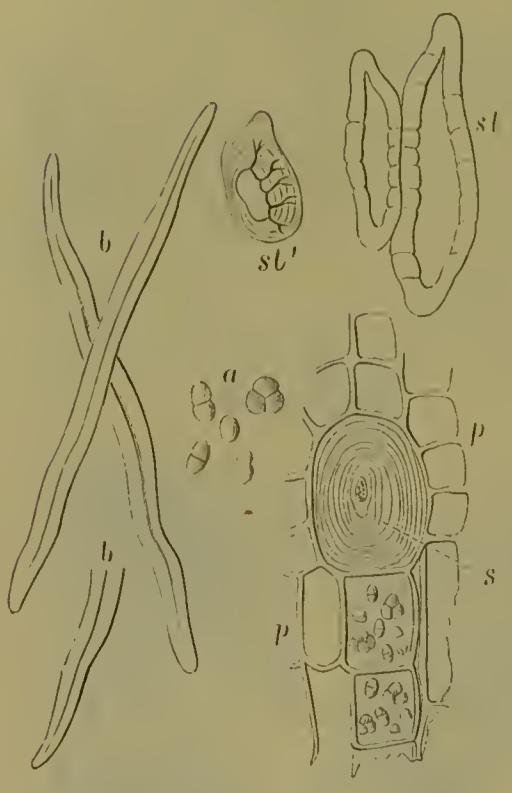
Von dem ceylonischen Zimmt unterscheidet sich die Zimmtcassiarinde durch ihre kürzeren aber dicken, gröberen und härteren Röhren, welche einfach oder höchstens doppelt eingerollt sind, so dass deren Mitte hohl bleibt. Ihre Oberfläche ist röthlichbraun, nicht glänzend, bisweilen mit kleinen, braunen Flecken besprengt. Dagegen ist ceylonischer Zimmt glatt, bräunlichgelb, aussen heller als innen gefärbt, von faserigem Bruch und besteht aus kartenblattdicken Baströhren, die zu 8 bis 12 so ineinander gerollt sind, dass sie in der Mitte keinen leeren Raum übrig lassen.

Bei der Holzcassiarinde unterscheidet man zwei Sorten: die rothe und die graue. Die rothe Cassia vera ist von der Aussenrinde befreit, von rothbrauner Farbe, auf beiden Seiten eben und gleich-

*) Vogl, l. c. p. 106.

förmig, auf der Unterseite dunkler gefärbt. Die graue Cassia vera ist noch mit der grüngrauen, mit weissliehen Fleehten dieht besetzten Aussenrinde versehen. Die Rindenstüeke dieser beiden Holzcassiarinden haben oft ½ bis 1 Meter Länge, sind bis 40 Millimeter stark, sehr hart und dicht, fast geruchlos. Der Gesehmack ist sehleimig, herb und zusammenziehend, wenig gewürzhaft.

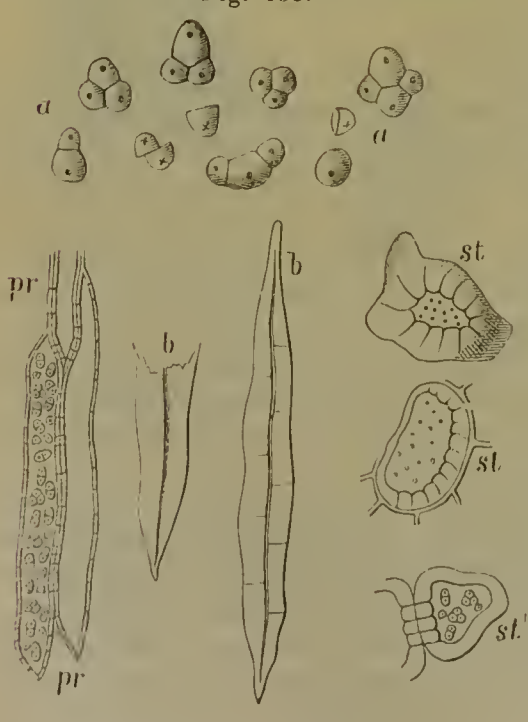
Fig. 154.



Im Handel kommen Zimmtrinden vor, denen das Oel durch Extraetion entzogen wurde. Der Preis der versehiedenen Zimmtsorten ist sehr abweiehend. Die Zimmteassia ist etwa halb so theuer als der Ceylonzimmt, und die Holzeassia um ein Drittel billiger als der erstere.

Untersehiebungen kommen daher sehr häufig vor, besonders — und das ist fast Regel — wird im gemahlenen Zustande statt Zimmteassia Holzzimmt verkauft.

Fig. 155.



Weiter findet sieh im gepulverten Zimmtpräparate in Folge betrügeriseher Manipulationen Pulver von Mandelsehalen, Maismehl, Ziegelmehl, Eisenoeker, Mahagonispänen, Zwiebaek u. s. w.

Derartige Fälsehungen und Untersehiebungen werden am siehersten dureh die mikroskopische Untersuchung des fragliehen Zimmtpräparates eonstatirt.

Beim Ceylonzimmt und bei der Holzeassia (Fig. 154) sind die Steinzellen (*st'*) sehr zahlreich, zum grossen Theil umfangreich (bis 0·1 Millimeter lang), sehr diekwandig, mit sehr zahlreiehen, verzweigten Poreneanälen. Wände der Bastfasern *(b)* und Steinzellen farblos, Stärkekörner *(a)* klein. Die Bastfasern des Ceylonzimmt sind 0·6 Millimeter lang und fast durchaus ganz isolirt; der formlose Inhalt der Parenchymzellen *(p)* hellbraun, die Parenchym-

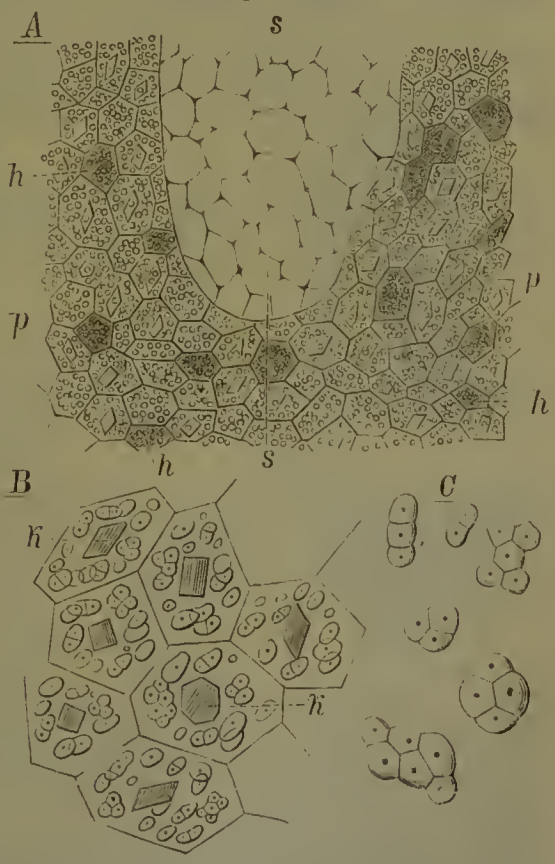
schichte enthält zerstreute grosse Schleimzellen *(s)*, die Bastzellen der Holzcassia sind nicht oder nur zum Theil isolirt und stehen meist mit anderen Gewebs-Elementen in Verbindung. Der Inhalt der Parenchymzellen ist gelbbraun. Es finden sich auch mehr oder weniger zahlreiche Reste des Kockes.

Die Steinzellen der Zimmtcassia *(st)* (Fig. 155) sind kleiner, meist weniger verdickt und vorwaltend mit einfachen Porencanälen, Stärkekörnchen grösser, die Bastfasern *(b)* nicht oder nur einzelne isolirt, dicker und meistens länger (bis 0·9 Millimeter lang), ihre Wände sowie jene der Steinzellen gelb, der formlose Inhalt der Parenchymzellen braunroth oder rothbraun*).

Muskatnuss, Muskatblüthe.

Der auf den Molukken heimische, dort wie in Ostindien, Südamerika cultivirte Muskatnussbaum, Myristica moschata, trägt rundlich eiförmige, 50 Millimeter dicke Früchte, welche, umschlossen von einer bräunlichen, lederartigen Schale, einen dieselbe fast völlig ausfüllenden Samenkern enthalten. Der Raum zwischen Schale und Kern wird von dem Samenmantel, einer Wucherung des Samennabelstranges, ausgefüllt. Dieser Samenmantel ist die Muskatblüthe, der Samenkern die Muskatnuss.

Fig. 156.



Beide enthalten ein dickflüssiges, dunkelgelb gefärbtes fettes Oel in reichlicher Menge (nahezu 30%) und eine dextrinähnliche Substanz. Die Muskatblüthe enthält ferner 2%, die Muskatnuss bis 6% ätherisches Oel.

Das specifische Gewicht der Muskatnüsse wächst mit ihrem Gehalt an Oel, Fett und Stärke. Mittelsorten zeigen ein Gewicht von 1·090, ausgezeichnete Sorten ein specifisches Gewicht von 1·100. Man benützt demnach das specifische Gewicht zur Prüfung auf die Güte der Muskatnüsse.

Wurmstichige Waare wird häufig durch Verkleben der Wurmlöcher verkäuflich gemacht.

Fälschungen durch künstliche Nachbildungen (Mehlteig, Kreide, Thon etc.) werden unschwer zu entdecken sein.

*) Vogl, l. c. p. 125.

Bei der mikroskopischen Untersuchung lassen sich die charakteristischen Form-Elemente der Muskatnuss erkennen. Das Pulver zeigt vieleckige, dünnwandige, mit Stärkemehlkörnchen erfüllte Zellen.

Die Stärkemehlkörnchen sind hie und da in einer fettigen, rothbraunen Masse eingebettet. Sie sind zu 2, 3, 4 und mehr meist regelmässig zusammengesetzt, das Theilkörnchen zeigt eine rundliche oder eckige Kernhöhle. In den meisten der Stärkemehl führenden Zellen findet sich von Stärkemehlkörnchen umlagert ein krystallförmiger, rhomboedrisch oder cubisch gestalteter Körper (Krystalloid) *).

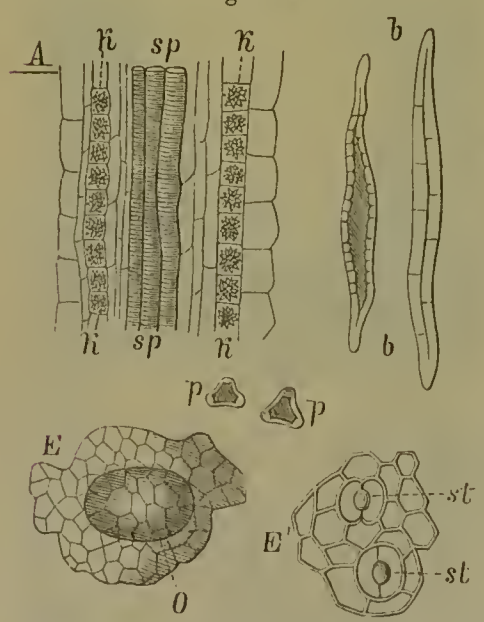
Fig. 156: *A* Partie eines Quersehnittes; *ss* Gewebe der in das Parenchym eingestülpten Samenhaut. *B* Zellen des Eiweisskörpers, stärker vergrössert; in denselben Krystalloide *kk* von Stärkekörnchen umgeben. *C* Stärkekörnchen.

Das Pulver der Muskatblüthe zeigt unter dem Mikroskop gerundete, kantige oder eiförmige Oelzellen (0·04 bis 0·08 Millimeter).

Nelken.

Nelken sind die noch unaufgeschlossenen Blüthen des Caryophillus aromaticus, eines auf den Molukken einheimischen, dort, in Ostafrika, Brasilien und Westindien eultivirten Baumes aus der Familie der Myrtaceen.

Fig. 157.



Sie enthalten bis 25% eines ätherischen Oeles, das specifisch schwerer ist als Wasser, ferner Harz, Gummi und Extractivstoffe.

Eine gute Waare muss rein, voll und weich sein; beim Druck mit dem Fingernagel muss aus dem Gewebe des Unterkelches Oel austreten und die einzelnen Stücke müssen mit dem unversehrten Köpfchen versehen sein. Fehlt das Köpfchen vielen oder den meisten Stücken, sind diese leicht, mager, geschrumpft, tritt bei der Nagelprobe kein Oel heraus, schwimmen sie auf Wasser, so ist die Waare entweder sehr alt, oder ihres Oeles durch Destillation beraubt worden.

Solche bereits erschöpfte Nelken kommen im Handel häufig vor; man versetzt häufig gute Sorten damit oder verwendet sie zur Fälschung gemahlener Nelken.

Ausserdem werden gepulverte Nelken mit Getreide- und Eichelmehl, zerriebenen Rübsölkuchen, Mandelkleie, Brotrinde, Zwieback, Ziegelmehl u. s. w. gefälscht.

*) Vogl, l. c. p. 95.

Als charakteristisch für das Gewürznelkenpulver können betrachtet werden (Fig. 157)*) die kleinzellige Oberhaut mit den darunter liegenden Oelhöhlen *(E O)* in der dicken Cuticula, die verhältnissmässig kurzen, aber dicken, spindelförmigen Bastzellen *(bb)*, die Bündel enger Spiralgefässe *(sp)* mit kleinzelligem, Krystalldrüsen *(K)* führendem Parenchym *(A)*, die dreieckigen, dreiporigen Blüthenstaubzellen *(pp)*, Mangel von Stärkekörnchen und reichliche Anwesenheit von Gerbstoff im Inhalte der Gewebszellen.

Anis, Fenchel, Kümmel.

Anis. Die Anispflanze, Pimpinella anisum, ist in der Levante, Griechenland und Aegypten heimisch und wird im südlichen Frankreich, Spanien, Russland, sowie auch in Thüringen und Magdeburg cultivirt. Die Früchte dieses einjährigen Doldengewächses, der Anis, sind zusammengedrückt eiförmig, mit kurzen weichen Härchen dicht bedeckt, 2 Millimeter lang, aus zwei Theilfrüchten bestehend, welche von einem Fruchtstiel getragen sind. Jedes Theilfrüchtchen hat fünf sehr feine Rippen, welche heller sind als die 4 flachen, mit vielen Striemen versehenen Furchen.

Der Anis besitzt einen stark gewürzhaften Geruch und süsslich brennenden Geschmack.

Der wirksame Bestandtheil ist das ätherische Anisöl, wovon die Frucht 12% enthält. Das Anisöl steht in chemischer Beziehung dem Fenchelöl sehr nahe.

Dem Anis ähnlich sind die giftigen Früchte des Schierlings. Sie sind ein wenig grösser, haben wellig gekerbte Rippen, zwischen diesen kleine Oelstriemen und entwickeln beim Zerreiben einen Geruch, wie Katzenurin.

Fenchel und Kümmel sind die Früchte der in unserer Gegend cultivirten Doldenpflanzen Foeniculus officinalis und Carum carvi. Sie enthalten als wirksame Bestandtheile 3% eines ätherischen Oeles.

Anis, Fenchel und Kümmel werden immer nur im unzerkleinerten Zustande verkauft, weshalb sich etwaige Unterschiebungen leicht erkennen lassen werden.

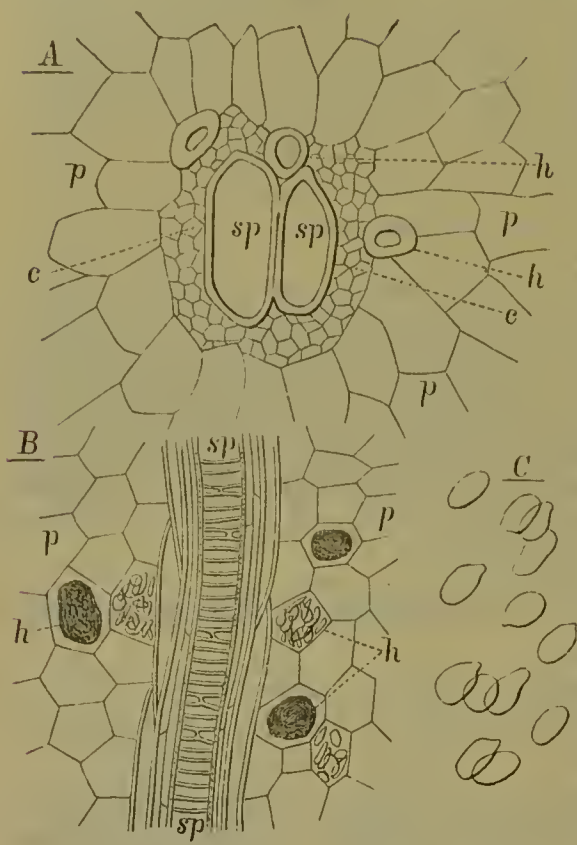
Ingwer.

Ingwer ist das knollige Rhizom von Zingober officinarum, einer in Ostindien und China heimischen, dort und in Westindien angebauten Pflanze. Der Knollstock treibt mehrere, etwas flach gedrückte, knollig verdickte, gabelästig sich theilende Wurzelstöcke, welche entweder geschält oder ungeschält in den Handel kommen. Auch bei diesem Gewürz ist der wirksame Bestandtheil ein ätherisches Oel, das bis zu $4^1/_2$% darin vorkommt.

*) Vogl, l. c. p. 90.

Der Ingwer wird vielfach in der Liqueur-Fabrication und Conditorei verwendet.

Fig. 158.



Der gemahlene Ingwer wird häufig mit Kartoffelstärke, Eicheln, Cureuma, Cayennepfeffer u. s. w. verfälscht. Das Mikroskop gewährt hiebei einen leichten Nachweis dieser Zusätze.

Fig. 158 A stellt eine Querschnitt-, Fig. 158 B eine Längenschnittpartie des Ingwers dar. Die charakteristischen Form-Elemente des Ingwers*) sind: Runde Oel- und Harzzellen *(h)*; vieleckige, stärkemehlhaltige Parenchymzellen *(p)*; Gefässbündel *(sp)*, aus dünnwandigen Faserzellen, dickwandigen, eine weite Höhlung zeigenden, bastartigen Holzfasern und Treppengefässen *(sp)* bestehend; ferner flache, eiförmige oder längliche, eoncentrisch geschichtete Stärkekörnchen *(c)*, 0·02 bis 0·004 Millimeter lang.

Safran.

Die Blüthen des im Orient heimischen, dort und auch in Frankreich und Oesterreich cultivirten Herbstsafrans, Crocus sativus, besitzen eine rothe, innen violett gestreifte Blumenkrone, aus deren Grunde sich ein bis 80 Millimeter langer, fadenförmiger, gelb gefärbter Griffel (Fig. 159 A, *g*) erhebt. An seinem Ende trägt der Griffel drei lappenförmige 24 bis 35 Millimeter lange, am unteren Ende gelblich, nach oben orange bis blutroth gefärbte Narben *n*, welche etwas aus der Mündung der Blumenkrone hervorragen. Die mit dem Griffelende abgepflückten, bei künstlicher Wärme (30 bis 35°) rasch getrockneten Narben bilden den Safran des Handels. Zur Gewinnung von 1 Kilo Safran sind 150.000 Blüthen erforderlich.

Der Hauptbestandtheil des Safrans ist ein rother, in Wasser, Alkohol löslicher, stark tingirender Farbstoff, der, wie der Orleanfarbstoff durch concentrirte Schwefelsäure erst blau, dann violett, durch Salpetersäure grün wird. Der Safran enthält weiter

*) Vogl, l. c. p. 127.

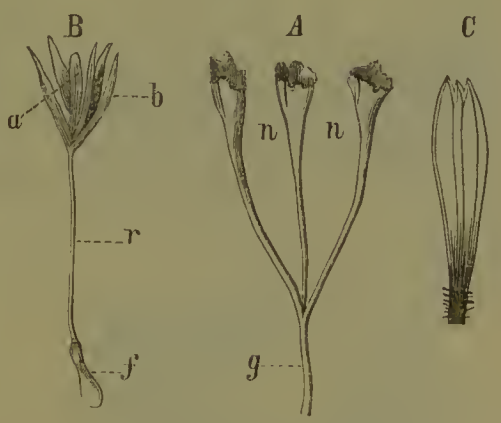
ein ätherisches Oel, Fett, Zucker und eine Säure. Der Safran ist vor dem Lichte geschützt, in sorgfältig geschlossenen Gefässen aufzubewahren.

Der Safran war in früherer Zeit ein sehr beliebtes Gewürz, ein geschätztes Parfüm und wurde auch zum Färben, namentlich von Conditoreiwaaren vielfach benutzt.

Heute haben sich die Zeiten in Bezug auf Safran wesentlich geändert. Wir können demselben als Parfüm keinen Reiz mehr abgewinnen, zu technischen Zwecken hat die Chemie längst billigere und nicht minder intensiv gelb färbende Farbstoffe zur Verfügung gestellt; noch am meisten wird der Safran in der Küche gebraucht, jedoch mehr zum Färben denn als Gewürz.

Bei dem selbst gegenwärtig noch sehr hohen Preis (ein Kilo kostet 240 fl.) ist Safran vielen Verfälschungen unterworfen; häufig findet man die Griffelfäden des Safrans, Saflor, Ringelblumen und andere rothgelbe Blüthenblätter von Compositen dem Safran beigemengt; seltener wird eine Gewichtsvermehrung durch Befeuchten mit dünnem Zuckersyrup, Gummischleim, Glycerin versucht. Auch getrocknete Fleischfasern hat man schon in Safran gefunden.

Fig. 159.



Die Griffelfäden des Herbstsafrans mit etwas echtem Safran angefärbt und gemischt bilden unter der Benennung Föminell einen besonderen, zum Verfälschen von Safran bestimmten Handelsartikel.

Eine Verfälschung durch Safrangriffel, Saflor- und andere Blumenblätter wird bei genauer Durchmusterung einer in Wasser aufgeweichten Safranprobe mit der Lupe entdeckt.

Die Saflorblumen (Fig. 159 B) besitzen eine lange fadenförmige Blumenröhre *(r)*, die sich oben in fünf linienförmige Lappen *(b)* ausbreitet. Aus ihrem Schlunde ragt die Staubbeutelröhre *(a)* hervor, welche den fadenförmigen, nach oben verdickten Griffel umschliesst. Der Fruchtknoten *(f)* erscheint in der Mitte eingeschnürt. Die Randblüthen der Ringelblumen (Fig. 159 C) besitzen eine lange zungenförmige Blumenkrone, deren flacher Theil viernervig und vorn am Rande dreizähnig ist. In den langgestreckten Oberhautzellen der Blüthen ist in Form rundlicher Bläschen ein orangegelber Farbstoff enthalten.

Uebergiesst man eine Probe Safran mit einer Mischung von 2 Theilen Salpetersäure von 1·18 specifischem Gewicht und 1 Theil destillirtem Wasser und stellt man die Flüssigkeit einige Minuten bei Seite, so bleiben die Safrannarben zunächst unverändert. Sie behalten ihre Farbe und sind in der Säure schwebend vertheilt. Fremde Blüthentheile werden sofort entfärbt und sammeln sich an

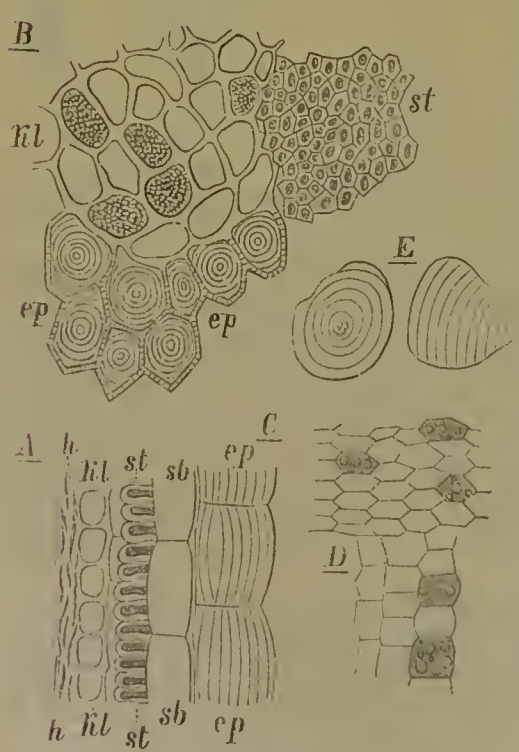
der Oberfläche. Die Gegenwart von Zucker, Gummi und ähnlichen Stoffen wird ermittelt, indem man eine Probe Safran mit etwas destillirtem Wasser rasch auswäscht und die filtrirte Flüssigkeit in einem Porzellanschälchen verdunstet; die betreffenden fremdartigen Substanzen bleiben im Rückstande, während von reinem Safran bei dieser Behandlung nur eine Spur Farbstoff aufgelöst wird.

Vanille.

Vanille ist die schotenähnliche Frucht einer parasitischen Schlingpflanze, Vanilla planifolia aus der Familie der Orchideen, welche in Mexiko einheimisch ist und sowohl hier als auch in Westindien, Java cultivirt wird. Die Vanillefrüchte sind lange, schmale, einfächerige Kapseln, welche im zweiten Jahre reifen, vor der völligen Reife gesammelt, an der Sonne getrocknet und in Blechbüchsen versendet werden. Der in Weingeist, in fetten und ätherischen Oelen lösliche Riechstoff ist im isolirten Zustande noch nicht bekannt. Bei guter Vanille, welche einige Zeit in einem mässig warmen Raume gelagert, findet man die ganze Oberfläche des Fruchtgehäuses mit farblosen, langen, biegsamen Krystallnadeln, Vanillin, bedeckt. Das Vanillin ist ein dem Kampher ähnlicher, flüchtiger, indifferenter Körper, welcher in reinem Zustande fast geruchlos ist, süsslichen Geschmack besitzt, sich schwierig in Wasser, leicht in Weingeist und Aether löst.

Gute Vanille soll aus grossen, unverletzten Früchten bestehen, welche sich weich und trocken, nicht hart oder fettig anfühlen dürfen und reichlich mit dem stark riechenden Fruchtmuse erfüllt sein müssen. Die besten Sorten besitzen dünne Fruchtwandungen, sind schwach gerunzelt, ganz mit Mus gefüllt.

Fig. 160.



Senf.

Der wirksame Bestandtheil des beliebten Speisesenfes oder Mostrich ist das in den gequetschten und mit Wasser angerührten Samen von Sinapis nigra und Sinapis alba entstandene Senföl, Rhodanallyl, welches aus Myronsäure durch Gährung, unter Mitwirkung von Myrosin gebildet wird. Der Senfsamen enthält weiter noch ein stickstoffhaltiges Alkaloid, Sinapin, an Rhodanwasserstoff gebunden, ferner ein fettes Oel in reichlicher Menge. Der von Fett befreite Senf ist haltbarer als der Fett enthaltende. Fäl-

schungen des angemachten Senfes mit Mehl, Cayennepfeffer, Curcuma, Rettigsamen, Oelkuchen lassen sich am sichersten durch das Mikroskop nachweisen.

Die charakteristischen Form-Elemente*) zeigt Figur 160. *A* ist eine Partie eines Durchschnittes der Samenhaut des weissen Senfes; *ep* Oberhaut; *sb* subepidermales Gewebe; *st* Steinzellenschicht; *Kl* Kleberschicht; *h* hyaline Schicht. *B* Flächenansicht der hervortretendsten Gewebsschichten der Samenhaut. *C* und *D* Gewebe des Keimes im Quer- und Längenschnitt. *E* zwei isolirte Oberhautzellen der Samenschale.

Elftes Capitel.

Die alkoholischen Genussmittel.

Bier.

Das Bier ist ein Genussmittel, das sich in der jüngsten Zeit allerorten eingebürgert hat und in allen Kreisen der Bevölkerung genossen wird. Es ist ein durch weinige Gährung aus Malz, Hopfen, Hefe und Wasser ohne Destillation erzeugtes, unvollständig vergohrenes Getränk, das zum Theil die Bestandtheile der zu seiner Erzeugung benutzten Materialien, zum Theil aber auch solche Stoffe enthält, die sich aus diesen Bestandtheilen durch Umsetzung gebildet haben: Alkohol, Glycose, Dextrin, Eiweiss, organische und unorganische Salze, Kohlensäure, extrahirbare Hopfenbestandtheile.

Biererzeugung.

Bei der Herstellung des Bieres kommen folgende Momente in Betracht:

1. Die Malzbereitung, 2. die Darstellung der Bierwürze, 3. die Gährung der Bierwürze, 4. die Aufbewahrung und Pflege des Bieres.

Das nicht gekeimte Getreide hat nur in sehr geringem Grade die Eigenschaft, die in ihm enthaltene Stärke in Zucker zu verwandeln; diese Eigenschaft entwickelt sich erst während des Keimens. Zum Keimen ist eine gewisse Anfeuchtung des Getreides, eine Temperatur zwischen 4 bis 40°, Zutritt von Luft und Abhaltung von Licht nothwendig. Unter allen Getreidearten entwickelt die Gerste beim Keimen den meisten Zucker.

Man leitet die Malzbereitung mit dem Einweichen der Gerste in Quellbottichen ein. Hat hiedurch die Gerste die genügende Menge von Feuchtigkeit aufgenommen, so beginnt die Thätigkeit des Keimens und die Umwandlung des Stärkemehles in Zucker.

*) Vogl, l. c. p. 117.

Die geweichte Gerste wird auf dem Fussboden der in einem dunklen Raum aufgestellten Malztenne zu einem etwa 150 Millimeter hohen Haufen ausgebreitet und nun durch Regulirung der Temperatur und Umschaufeln der Haufen langsam und gleichmässig bis zu einem gewissen Grade keimen gelassen. Durch das Keimen haben sich die Würzelchen entwickelt und wenn dieselben die Länge des Kornes um den vierten Theil oder um die Hälfte übertreffen und ineinander verfilzt sind, so ist der Zeitpunkt gekommen, wo der weiteren Entwicklung des Keimens entgegengetreten werden muss, weil nun die zuckerbildende Kraft der Gerste ihr Maximum erreicht hat. Es wird dann der Keim durch schnelles Entziehen der Feuchtigkeit mittelst Wärme getödtet. Zu diesem Zwecke bringt man die gekeimte Gerste (Grünmalz genannt) auf die Malzdarre, d. h. in einen Raum, der entweder durch die Verbrennungsgase der Feuerung oder, was zweckmässiger ist und gegenwärtig allgemein in Gebrauch steht, durch erhitzte Luft auf eine Temperatur von 50° gebracht wird. Das Darrmalz wird hierauf geschrotet.

Die eigentliche Biererzeugung beginnt mit der Bereitung der Bierwürze. Unter Würze versteht man die aus Malz und Hopfen bereitete zucker- und dextrinhaltige Flüssigkeit, welche später durch Gährung in Bier übergeht. Die Würze wird durch Behandlung des geschroteten Malzes mit Wasser dargestellt. Das Wasser wird meist anfangs mässig warm gehalten, später wird die Maische gekocht. Das warme Wasser löst den Zucker, der sich im Malz gebildet hat, und zugleich die Diastase auf, einen fermentartigen Körper, der die übrige im Malz enthaltene Stärke in Dextrin- und in Traubenzucker überführt. Durch das spätere Kochen wird die Würze concentrirt und die kleber- und eiweisshaltigen Substanzen, welche das Wasser ausgezogen hat, werden theilweise zum Gerinnen gebracht und in Flocken ausgeschieden. Zu gleicher Zeit wird auch die Flüssigkeit gehopft.

Die Gerbsäure des Hopfens befördert die Klärung der Würze und seine übrigen Bestandtheile geben der Flüssigkeit nicht nur die eigenthümliche Bitterkeit und ihr Aroma, sondern sie dienen auch zur Mässigung der Intensität der Gährung und grösserer Haltbarmachung des Bieres.

Dann wird die Flüssigkeit gekühlt. Das Kühlen der Würze geschieht zu dem Zwecke, damit die gekochte Würze, die siedend heiss aus der Pfanne kommt, bis auf die zum Hefengeben und zum Einleiten der Gährung geeignete Temperatur herabsinkt. Es ist erforderlich, dass diese Abkühlung sehr rasch stattfinde und namentlich, dass die Würze nicht durch längere Zeit bei einer Temperatur zwischen 25 bis 35° bleibe. Denn bei dieser Temperatur hat die Würze grosse Neigung, Milchsäure zu bilden. Grosse Quantitäten von Bier verderben gänzlich, wenn dieser Umstand nicht genügend beachtet wird. Das Kühlen geschieht allgemein auf den Kühlschiffen oder Kühlstöcken, die aus Eisen, was vortheilhafter ist, oder aus Holz construirt sind.

Die gehörig abgekühlte Würze wird mit einer genügenden Menge Hefe versetzt und in den Gährloealitäten gähren gelassen. Die Eigenschaften des zukünftigen Bieres hängen wesentlich von der Qualität der Hefe und von der Art und Weise ab, wie der Gährungsproeess abläuft. Soll das zukünftige Bier von grösserer Haltbarkeit werden (Lagerbier, Unterhefenbier), so muss der Verlauf der Gährung ein langsamer sein. Wenn aber das zu erzeugende Bier bald zur Consumtion gelangt (Oberhefenbier), so lässt man die Gährung rascher ablaufen. Der Gang des Gährungsproeessss wird dureh niedrige Temperatur, dureh eine grössere Menge von Hopfen und durch Anwendung einer Hefe, die bei langsamer Gährung und niedriger Temperatur sieh bildete, gemässigt und unter entgegengesetzten Verhältnissen beschleunigt.

Durch die Gährung verschwindet aus der Würze der grösste Theil der Glyeose, von weleher etwa die Hälfte sich als Kohlensäure verflüehtigt, der Rest in Alkohol sich verwandelt; ausserdem wird dureh die Gährung ein Theil der in der Würze aufgelösten Eiweisssubstanzen in Gestalt von Hefe unlöslieh ausgeschieden. Die Menge des bei der Hauptgährung versehwundenen Zuckers ist eine weehselnde; eine grössere bei sehwach gedörrtem Malze, wenig gekoehter und sehwach gehopfter Würze, eine geringere bei stark gedörrtem Malze und lange gekochter, stark gehopfter Würze.

Naeh beendeter Hauptgährung, welehe bei Lagerbier bis 10 Tage, bei Sehankbier oft nur 6 bis 7 Tage dauert, wird die gegohrene Würze grünes Bier (Jungbier) genannt. Nachdem es durch Abseheiden der suspendirten Hefe hell geworden ist, ist es fässig, d. h. es ist reif zum Einlagern in Fässer. Die Lagerfässer sind gewöhnlich ausgepicht, was eine grössere Reinlichkeit bezweekt, ein etwaiges Leekwerden der Fässer verhütet und gegen die Essigsäurebildung schützt.

Zur Naehgährung und Lagerung wird das Bier in die Lagerkeller gebraeht, die reeht kalt sein müssen und eine zu allen Jahreszeiten mögliehst constante Temperatur haben sollen, damit die Naehgährung gleiehmässig und langsam verlaufe. Zweekmässige Anlage, Einrichtung und Behandlung der Lagerkeller bedingt wesentlieh die Qualität und Haltbarkeit des Bieres. Felsenkeller in Granit, Urkalk oder Sandstein eingesprengt, sind die besten. Um den Keller reeht kalt zu erhalten, bringt man entweder einen grösseren Eisvorrath unmittelbar in denselben, oder nur in die sogenannte Eisgrube, aus weleher kalte Luft in die Lagerräume streieht.

Auch bei der Nachgährung findet eine fortgesetzte Zersetzung der Glycose in Alkohol und Kohlensäure statt, dagegen tritt die Bildung neuer Hefezellen nieht mehr so stark hervor; zugleich bleibt ein grosser Theil der Kohlensäure im Bier absorbirt zurück. Eine vollständige Vergährung der gährungsfähigen Substanzen findet aber niemals statt. Das Bier ist deshalb stets ein nicht vollkommen vergohrenes Getränk.

Bestandtheile des Bieres.

Ein gut bereitetes echtes Bier muss demnach enthalten:

a) Alkohol. Die Menge desselben wechselt: die englischen Biere enthalten 5 bis 10%, die deutschen 2 bis 4%, das Pilsner Bier enthält 3·2%, das Schwechater 3·9%.

b) Kohlensäure. Ihre Menge schwankt von 0·1 bis 0·2%.

c) Zucker und Dextrin, und zwar 4 bis 5%.

d) Eiweisssubstanzen. Ueber die Menge und über die Natur der im Biere enthaltenen Eiweisssubstanzen ist man noch im Unklaren. Ein Theil des Eiweisses scheint Pepton zu sein. Ein Liter bairisch Bier liefert durchschnittlich 0·5 bis 1·2 Gramm Stickstoff.

e) Organische Säuren. Bei der Gährung entstehen mancherlei organische Säuren, namentlich Bernstein-, Milch-, Propion- und Essigsäure. Sie sind in minimaler Menge im Bier enthalten und bedingen die saure Reaction, die das Bier auch dann zeigt, wenn aus ihm die freie Kohlensäure beseitigt wurde.

f) Kleine Mengen von Fett und Glycerin, welches letztere ein Product der Gährung ist.

g) Die anorganischen Bestandtheile der Gerste und des Hopfens, darunter Nährsalze, insbesondere phosphorsaure Verbindungen in beträchtlicher Menge. Die Menge der Asche beträgt im Durchschnitt 0·18 bis 0·28%.

h) Bestandtheile des Hopfens, und zwar ölige, bittere und aromatische Stoffe.

Die Summe sämmtlicher Bestandtheile eines Bieres nach Abzug des Wassers heisst sein Gesammtgehalt, die Summe der nicht flüchtigen Extractgehalt.

Hygienische Bedeutung des Bieres.

Unter allen alkoholischen Genussmitteln wird uns im Bier, wenn es genügend vergohren ist, der Alkohol in der grössten Verdünnung und in einer der Verdauung zuträglichen Form, überhaupt in einer solchen Weise geboten, dass er von den meisten Menschen bei mässigem Genusse gut vertragen wird. Nur zu junges, noch in lebhafter Nachgährung begriffenes Bier, sowie ein solches, welches fehlerhaft bereitet wurde, bringt Blähungen, Verdauungsbeschwerden, Kopfschmerz, Harnbeschwerden und Blasenschmerzen hervor.

Wenn man auch sagen kann, dass das Bier hauptsächlich dem Alkohol die anregende und berauschende, dem Zucker, Dextrin, den Peptonen und den Salzen die nährende Wirkung verdanke, und dass die Hopfenbestandtheile und die freie Kohlensäure die Frische, den Geschmack und das Aroma des Bieres wesentlich bedingen, so muss doch vor Allem betont werden, dass nicht etwa das Vorhandensein oder Vorwiegen dieses oder jenes Bestandtheiles, sondern dass das relative Verhältniss, dass ein gewisses Gleichgewicht aller das Bier bildenden Bestandtheile die Qualität des Bieres bedinge.

Bei der Prüfung der Qualität des Bieres sind die analytischen Ergebnisse allein von keinem Ausschlag gebenden Belang, es muss

auch noch der Wohlgeschmack, die Annehmlichkeit während des Genusses, das Bekommen und Befinden nach dem Genusse in Betracht kommen. Man darf auch beim Bier, wie bei den Genussmitteln überhaupt, den Werth derselben nicht nach der Menge der einzelnen Bestandtheile schätzen und hievon die Bedeutung für die Ernährung ableiten. Wir würden verschwenderisch vorgehen, wollten wir die zu unserer Ernährung nöthigen Kohlenhydrate oder sonstigen Nährstoffe mit Bier einführen. Ein Liter Bier enthält so viel Eiweissstoffe, als 120 Gramm Milch oder 60 Gramm Brot oder 25 Gramm Fleisch und so viel Kohlenhydrat als 150 Gramm Brot. Das Bier ist demnach hauptsächlich ein Genussmittel und hat als solches nebenbei den Vorzug, dass es auch kleine Mengen von Nährstoffen enthält.

In hygienischer Beziehung gipfelt seine Bedeutung weiter darin, dass es den Missbrauch des Branntweines einschränkt, indem es dem allgemein vorhandenen Bedürfniss nach einem alkoholischen Genussmittel entspricht, ohne in ähnlicher Weise, wie der Branntwein, durch acute oder chronische Intoxication zu gefährden.

Surrogate bei der Biererzeugung.

Es ist bekannt, dass in den Bierbrauereien zahlreiche Surrogate des Malzes, namentlich Stärke, Stärkezucker, ferner Grünmalz und Reis in Gebrauch gekommen sind, ferner sollen statt des Hopfens andere Bitterstoffe, wie Absinth, Weiderinde, Aloë, Brechnuss, Belladonna, spanischer Pfeffer, Bilsenkraut, Coloquinten, Quassia, Tausendguldenkraut, Taumellolch, Bitterklee, Enzian, Kokkelskörner, Pikrinsäure u. s. w. verwendet werden; wahrscheinlich aber nur in geringer Menge, als Zusätze zum Hopfen.

Die Verwendung von Stärke aus anderen Quellen als aus Gerstenmalz ist vom technischen Standpunkt deshalb möglich, weil die in einem gegebenen Quantum Malz vorhandene Diastase nicht blos ausreichend ist, die im Malz vorhandene Quantität Stärke in Zucker überzuführen, sondern sie vermag diese Umwandlung noch mit etwa der zehnfachen Menge Stärkemehl vorzunehmen. Manche Bierbrauer sollen demnach den aus Malz zu bildenden Zucker bis zu 70% durch Kartoffelstärkemehl ersetzen.

Vom hygienischen Standpunkte aber muss bezüglich dieser Surrogate Folgendes in Betracht kommen: Würden sich aus dem Kartoffelstärkemehl dieselben Stoffe wie aus dem Stärkemehl des Malzes bilden, so könnten auch die wesentlichsten Bestandtheile des Bieres aus Kartoffeln oder deren Stärkemehl, oder dem daraus bereiteten Stärkezucker gewonnen werden. Bei genauer Berücksichtigung aller Verhältnisse ist dies nicht der Fall. Bei der Vergährung des aus Kartoffelstärke entstandenen Zuckers bilden sich immer Fuselöle, unter denen beträchtliche Mengen von Amylalkohol nachgewiesen sind. Es ist nun sichergestellt, dass Amylalkohol und überhaupt Fuselöle auf den menschlichen Organismus nachtheilig wirken und dass ihr Vorhandensein in alkoholischen Getränken das Gefühl von Schwere und Eingenommensein des Kopfes, Betäubtsein und Uebelbekommen

nach dem Genusse solcher Getränke veranlassen. Der Grund der Bildung der schädlich wirkenden Fuselsubstanzen sind gewisse Bestandtheile, die in den Kartoffeln enthalten sind, und bei der Darstellung von Kartoffelstärke und von Kartoffelzucker auch in diese Producte übergehen. Würde es gelingen, auf billige Weise einen chemisch vollkommen reinen Kartoffelzucker industriell darstellen zu können, was bis jetzt nicht der Fall ist, so würden dann, wenn ein solcher reiner Kartoffelzucker als Surrogat von Malzzucker in Verwendung käme, die obgenannten im Auftreten von Fuselsubstanzen begründeten Bedenken, welche gegenwärtig die Verwendung der Kartoffel zur Bierbrauerei sanitär als unzulässig erscheinen lassen, wegfallen*).

Würden aber selbst diese Bedenken behoben, so muss noch immer berücksichtigt werden, dass ein mit derartigen Zusätzen versehenes Bier auch dann eine andere Zusammensetzung hat, als normal aus Malz und Hopfen bereitetes. Es wird bei Anwendung von Stärke oder Stärkezucker der Alkohol überwiegen und eine dürftige Vertretung von Eiweisskörpern und Salzen platzgreifen, so dass die der Gesundheit, dem Wohlbekommen und der Ernährung zuträgliche Mischung des echten aus Malz und Hopfen bereiteten Bieres mehr oder weniger alterirt ist.

Aehnliche Gesichtspunkte ergeben sich auch bei Verwendung anderer Malzsurrogate zur Biererzeugung, so z. B. bei Verwendung von Grünmalz und Reis.

Alle aus Malzsurrogaten erzeugten Biere haben deshalb einen sehr verminderten Werth als Genussmittel und es sollte demnach von Seite der öffentlichen Verwaltung der Verkauf solcher Präparate unter dem Namen „Bier" nicht gestattet werden. Das Gleiche gilt auch, wenn statt des Hopfens andere Zusätze zum Bier verwendet werden.

Es sind bereits früher die verschiedenen Bitterstoffe genannt worden, welche verdächtigt werden, als Ersatzmittel des Hopfens zu dienen. Ihre Anwendung in der Praxis dürfte wohl im Ganzen eine beschränktere sein, und es lässt sich nicht behaupten, dass sie alle fortdauernd und heute noch angewendet werden. Die meisten der genannten Stoffe — Bitterklee und Centaureabitter ausgenommen — sind der Gesundheit direct mehr oder weniger nachtheilig und schon deshalb als Bierzusätze unzulässig. Niemals können aber diese Stoffe den Hopfen selbst ersetzen. Denn gerade auf gewisse, einzig und allein im Hopfen vorkommende Bestandtheile: Hopfenöl, Hopfenharz, Hopfenbitter, muss eine Reihe wichtiger und wesentlicher Eigenschaften und Wirkungen des Bieres zurückgeführt werden. Die Verlangsamung des Gährungsprocesses, die Klärung der Würze, die Feinheit des Biergeschmacks, die Haltbarkeit, Verdaulichkeit, das erfrischende Aroma des Bieres, all' das ist von dem Hopfen und seiner Qualität wesentlich bedingt. Und zwar ist nur im guten und

*) Gesetz l. c., p. 458.

frischen Hopfen jenes Mischungsverhältniss, jene Qualität und Quantität wirksamer Hopfenbestandtheile zu finden, die zur Erzeugung eines wohlschmeckenden und gesunden Bieres nöthig ist.

Viele Hopfenhändler suchen durch betrügerische Manipulationen der verschiedensten Art altes und schlechtes Material umzugestalten, um es als scheinbar gutes abzusetzen. Auch wird der Hopfen in den Brauereien selbst hie und da in einer Weise behandelt, die zu beanstanden ist. So z. B. ist das zu lange Auskochen der ganzen Menge des zur Würze zuzusetzenden Hopfens oder eines Antheils desselben vom sanitären Standpunkte nicht zu billigen, da die hiebei in reichlicher Menge in das Bier gelangenden harzigen Bitterstoffe bei längerem Genusse desselben die Verdauungsorgane belästigen können. Ebenso ist die nochmalige Verwendung von schon gebrauchtem Hopfen, der nur noch Gerb- und Bitterstoff, aber kein Aroma liefert, in keinem Falle als zulässig zu erklären.

Dagegen kann man selbstverständlich jene Behandlungsweisen des Hopfens, welche zu seiner besseren Conservirung dienen, und seine Qualität nicht schädigen, nicht als Hopfenverfälschungen ansehen. Insofern wird man gegen das Schwefeln, das Pressen und das Aufbewahren des Hopfens in dichten Gefässen nichts einzuwenden haben.

Neben dem natürlichen Hopfen finden sich im Handel unter dem Namen „Hopfenöl, Hopfenaroma, Hopfenextract" Präparate, welche aus dem Hopfen selbst gewonnen sein sollen. Vom chemischen und hygienischen Standpunkte aus ist ihre Einführung indess selbst im Falle ihrer Echtheit nicht zu empfehlen, und zwar erstens, weil bei der Bereitung des Extractes und der Essenz die wirksamen Bestandtheile des Hopfens leicht wesentliche Veränderungen erleiden und sie dadurch dem Bier einen ganz ungewöhnlichen Geschmack und Geruch ertheilen können, zweitens weil durch dieselben der Beimengung fremder Bitterstoffe zum Bier erwiesenermassen noch mehr Vorschub geleistet wird*).

Ein weiterer gegenwärtig üblicher und nicht zu rechtfertigender Zusatz zum Bier ist der von Glycerin. Wie bereits oben angeführt wurde, ist Glycerin ein normaler Bestandtheil des Bieres, indem sich dieser Körper bei der Vergährung des Traubenzuckers bildet. Doch ist die Menge desselben im Biere von normaler Beschaffenheit eine ausserordentlich kleine. Es hat sich bei vielen Brauereien der Gebrauch eingeschlichen, dem Bier neben dem darin als normaler Bestandtheil vorkommenden Glycerin nach der Gährung auf je 100 Liter noch zwischen $^1/_2$ und 1 Liter käufliches Glycerin zusetzen. Hierdurch wird der Geschmack des Bieres süsser, vollmundiger und erzeugt in dem Trinker den Glauben als wäre das Bier sehr extractreich. Auch bildet ein solches mit Glycerin versetztes Bier einen feinen, zarten, gefälligen Schaum. Häufig auch setzt der Brauer dem Biere Glycerin zu, um begangene Fehler beim Brauen zu verdecken. Wenn z. B. durch Verwendung un-

*) Gesetz l. c., 460.

geeigneter Hefe, oder eines alten oder überhaupt wenig kräftigen Hopfens die Gährung zu rasch oder unregelmässig abläuft und dadurch das Bier wenig haltbar wird, sucht der Brauer diesem Uebelstande durch Zusatz von Glycerin, das der Gährung entgegenwirkt, abzuhelfen.

Der Zusatz von Glycerin ist aus vielen Gründen sanitär anfechtbar. Es ist noch keineswegs festgestellt, ob selbst das reine Glycerin zu den für den Organismus indifferenten Körpern gehört. Weiter ist zu beachten, dass das meiste Glycerin des Handels sehr bedeutsame Verunreinigungen, häufig Ameisensäure, Oxalsäure, Buttersäure u. s. w. enthält. Ferner kommt in Betracht, dass durch das Glycerin der Geschmack des Bieres in unnatürlicher und für viele Menschen in unangenehmer Weise geändert wird. Endlich ist zu berücksichtigen, dass durch den Zusatz von Glycerin eine Störung des zu einem der Gesundheit zuträglichen Biere erforderlichen Gleichgewichtes der Bestandtheile stattfindet*).

Ein Bier, bei dessen Erzeugung keine Fehler vorgekommen sind, klärt sich in der Regel von selbst. Unter den verschiedensten, häufig schwer oder gar nicht zu vermeidenden Umständen tritt aber ein Trübwerden des Bieres ein, das zu seiner Verderbniss führt oder seinen Absatz beeinträchtigt. Der Brauer wendet in solchen Fällen Klärungsmittel an, und es würde ihn in unnöthiger Weise schädigen, wollte man bei der Häufigkeit des Auftretens der Biertrübungen auch solche Klärungsmittel nicht freigeben, aus denen dem Biere keine Nachtheile erwachsen. So ist gegen die Klärung des Bieres durch Hasel- und Weissbuchenspäne, gegen Hausenblase, Gelatine und Tannin nichts einzuwenden; dagegen ist als Klärungsmittel der in neuerer Zeit in Anwendung gekommene, gesundheitlich bedenkliche, saure-schwefelsaure Kalk, dann Zusatz von Schwefelsäure und Alaun unbedingt unzulässig.

Um eine grössere Haltbarkeit des Bieres zu erzielen, sind mancherlei Zusätze gebräuchlich. Wird das Brauverfahren mit Umsicht und Verständniss geleitet und hiebei gutes Material verwendet, so genügt jetzt, wie früher, wo man nichts Anderes kannte, das Harz des Hopfens und das Pech der Fässer zur Conservirung. Auch das Pasteurisiren ist eine Conservirungsmethode, welche rationell ist und die geringsten Eingriffe in die Beschaffenheit des Bieres bedingt. Das Pasteurisiren beruht einerseits auf der Darstellung und Verwendung einer möglichst reinen, d. h. von den „Krankheitsfermenten" besonders der Essig- und Buttersäure-Gährung befreiten Hefe, andererseits darauf, dass die Bierwürze zunächst stark erhitzt und hierauf unter Bedingungen gesetzt wird, welche das Eindringen von Pilzkeimen aus der Luft verhindern. Bedenklicher sind aber hiegegen die zur Biereonservirung nicht selten benützten Borpräparate und die Salicylsäure, weil es bis jetzt an eingehenden physiologischen Versuchen fehlt, durch welche ihre Unschädlichkeit bei dauerndem Genusse als zweifellos erwiesen erscheint.

*) Gesetz l. c., p. 462.

Hie und da wird die Farbe der Biere durch künstliche Zusätze nüancirt. Helle Biere werden durch sogenannte Zuckercouleur und ähnlich färbende Stoffe dunkler gemacht. Pikrinsäure färbt lichtgelb und macht zugleich das Bier bitter. Dass ein Zusatz der giftigen, den Geschmack alterirenden Pikrinsäure ganz und gar unstatthaft ist, bedarf keiner Erörterung. Aber auch die unschädliche Zuckercouleur zielt auf eine Täuschung des Consumenten ab und ist deshalb auch nicht zuzulassen; der Consument schätzt oft die dunkle Farbe als Kennzeichen eines höheren Extractgehaltes.

Sauer gewordene Biere sucht man durch Zusatz von Pottasche, Soda oder andere neutralisirende Mittel zu verbessern. Ein Erfolg lässt sich nur bei beginnender Säuerung erzielen, bei stark saurem Biere ist jedes Mittel vergeblich. Wendet man wenig von diesen neutralisirenden Substanzen an, so erzielt man den gewünschten Erfolg nicht, und setzt man so viel davon zu, dass der saure Geschmack verschwindet, so erhält das Getränk einen fremden Geschmack und wird häufig trüb. Hochgradig sauer gewordenes Bier ist deshalb zu verwerfen, ebenso die durch Neutralisation stark saurer Biere hergestellten Fabricate. Etwas freie Säure enthält, wie schon erwähnt wurde, jedes Bier. Die Menge der Säure darf aber bei den Lagerbieren 3·8%, bei den Schankbieren 1·9% des Extractes nicht überschreiten.

Aus diesen Auseinandersetzungen geht hervor:

1. Die Materialien, aus denen echtes Bier erzeugt wird, sind Gerstenmalz, Hopfen, Hefe, Wasser.

2. Alle anderen im Bier vorfindlichen Zusätze, mögen sie als Surrogate der obigen Materialien oder zum Zwecke der Färbung, Säure-Abschwächung oder der Haltbarmachung des Bieres diesem zugefügt worden sein, sind unzulässig. Zum Klären des Bieres können Späne, Klärfässer, Hausenblase, Gelatine uud übergähriges Bier verwendet werden.

3. Das Bier soll die verschiedenen Gährungsstadien in normaler Weise durchlaufen haben und nicht durch Essiggährung verdorben sein.

4. Es soll vollkommen frei von allen metallischen Beimengungen sein. Letztere können durch unzweckmässige Geräthschaften bei der Biererzeugung, sowie durch Unreinlichkeit im Ausschank in das Bier gelangen.

Ausschank des Bieres.

Von hervorragendem hygienischen Interesse ist der Ausschank des Bieres. Es ist Erfahrungssache, dass das Bier, wenn es längere Zeit in unreinlich gehaltenen Gefässen steht, einen ekelhaften Geschmack und Geruch bekommt. Auch nimmt das Bier beim Verweilen in Metallgefässen rasch einen Metallgeschmack an. Man kann sich von dieser Thatsache leicht überzeugen; man braucht nur blankes Kupfer oder Zink in Bier zu legen, um darin in kürzester Zeit, namentlich bei Zutritt der Luft, Kupfer oder Zink nachweisen zu können.

Besondere Beaehtung in hygienischer Beziehung verdienen jene Apparate, welche unter dem Namen „Bierpressionen" allgemein bekannt sind und den Zweck haben, durch Vermittlung von comprimirter Luft das Bier vom Keller aus nach dem Ausschank zu treiben. Sie bestehen aus einer Compressionspumpe, mittelst deren die Luft in einem luftdichten Behälter (Luftkessel) verdichtet wird. Das Fass wird beim Ansteehen durch eine Röhre, die Luftzuleitungsröhre, mit dem Luftkessel in Verbindung gebracht und dureh eine zweite Röhre, die Bierleitungsröhre, mit dem Ausschank. Sobald die Luft nun verdichtet wird, treibt sie das Bier aus dem Fasse in den Aussehank.

Diese Bierdruck-Apparate haben wegen der mehrfachen Vortheile, welche der Wirth daraus zieht, eine sehr ausgebreitete Verwendung gefunden.

Als solehe Vortheile führt man an: Das Bierfass liege abgesondert von dem Ausschank an einem kühlen Ort, im Keller, bleibe daher kühl und gleichmässig temperirt; das Bier könne beinahe vollständig aus dem Fasse klar abgezogen werden, während bei der früheren Methode des Ausschankes das Fass, sobald das Bier auf die Neige geht, gekippt werden muss, in Folge dessen Hefe und Pechtheilchen aufgeschwemmt werden, die das Bier trüben; durch die Bierdruck-Apparate werde an Zeit und Arbeit bei der Herbeiholung des Bieres zum Ausschank gespart. Als weiteren Vortheil gab man an, dass das Entweichen der Kohlensäure durch den hohen Druck, den die Luft in dem Apparate ausübt, gehindert werde, wodurch das Bier länger conservirt bleibe.

Die Erfahrung hat aber im Gegentheil gelehrt, dass die Luftpression die behauptete längere Zurückhaltung der Kohlensäure nicht bewirke, sondern vielmehr das Schalwerden eines grossen Theiles des Fassinhaltes veranlasse und die Säurebildung im Biere begünstige.

Nebst diesem Nachtheile haften der Bierpression noch mancherlei andere bedeutsame Mängel an. Wenn die zur Pression verwendete Luft nieht aus freier Atmosphäre, sondern, wie das in der Regel der Fall ist, aus Kellern, Höfen, Stuben entnommen wird, so können schon dadurch dem Biere schädliche Stoffe, möglicherweise Infectionskeime zugeführt werden. Dureh Leitungen, die nicht aus englischem Zinn bestehen, kann das Bier metallhaltig werden. Namentlich sind Bleiröhren und Kautschukschläuche ganz verwerflich. Auch Röhren aus Kupfer, Zink und Bleicompositionen geben an Bier Metall ab. Steht Bier über Nacht in Bleiröhren, so wird es bleihaltig. Wie viel Blei aus solchen Röhren an das Bier abgegeben wird, geht schon daraus hervor, dass jede Bleiröhre, die längere Zeit beim Bierausschank benützt wird, sehr bald deutliche Zeichen der Corrosion aufweist. Kautschukschläuche sind als Bierleitungsröhren deshalb zu verwerfen, weil die geringeren Sorten grosse Mengen von Meninge, Bleioxyd oder Zinkoxyd enthalten. Ausserdem haben die Kautschukschläuche das Unangenehme, dass das Bier leicht den Geschmack und den Geruch nach Kautschuk annimmt.

Der Hauptnachtheil dieser Bierpressionen besteht darin, dass die Leitungsröhren sich sehr bald verunreinigen. Es geschieht dies durch mancherlei Bierbestandtheile (abgestorbene Hefe, harzige Stoffe des Hopfens, Salze), welche sich an den Wandungen der Leitungsröhren festsetzen. Dieser Niederschlag nimmt rasch an Dimension zu, geht bald in Fäulniss über und verdirbt das Bier, welches trübe, ekelerregend und gesundheitsgefährlich wird. Wiederholt wurde beobachtet, dass Bier, aus einer Pression verzapft, welche selten gereinigt wurde, ausnahmslos hochgradiges Kopfweh erzeugte, während dasselbe Bier, aus derselben Brauerei bezogen, direct verzapft oder als Flaschenbier getrunken, bei gleich grossem Consum zu keinerlei üblen Nachwirkungen Veranlassung gab.

Wie das Leitungsrohr, so werden auch Luftrohr und Compressionspumpe durch Fäulnissstoffe verunreinigt, da es nicht immer zu verhüten ist, dass Bier aus dem Fasse durch ersteres in letztere zurückstaut.

Ob die sämmtlichen Nachtheile der Bierpressionen durch eine gute Construction, tadelloses Material, sorgfältige Handhabung und strenge Reinlichkeit vermieden werden können, darüber gehen die Ansichten gegenwärtig noch auseinander. Diese Differenz der Meinungen hat zur Folge, dass die Frage der Zulässigkeit der Bierdruck-Apparate von Seite der verschiedenen sachverständigen Sanitätsorgane bald bejahend, bald verneinend beantwortet wird.

Einerseits findet man es nicht gerechtfertigt, die Pressionen, wie dies an manchen Orten geschieht, einfach zu verbieten; es sei das nicht allein eine Schädigung der Wirthe, sondern geradezu eine Benachtheiligung der Consumenten, die dadurch um mancherlei Vortheile kommen. Die Nachtheile dieser Apparate seien vollständig zu vermeiden und zwar: durch Herstellung der Röhren aus englischem Zinn, ferner durch Anbringung eines Zwischengefässes zwischen dem Luftkessel und dem Ansatz der Luftröhre auf das Bierfass, zum Zwecke der Entfernung des hineingetretenen Bieres, und insbesondere durch tägliches Ausspülen der Röhrenleitungen mit warmem Wasser neben periodischer Reinigung mit Dampf.

Andererseits wird gesagt, dass die bisher üblichen Reinigungsverfahren nicht genügen, um alle gesundheitsgefährlichen Verunreinigungen wegzuschaffen, dass die Controle über die nothwendige Reinhaltung der Röhren und der Apparate überhaupt nicht möglich, es deshalb geboten sei, die Bierpressionen gänzlich zu verbieten.

Beurtheilung und Untersuchung des Bieres.

Die Untersuchung des Bieres wird sich meist in Absicht auf zwei wesentlich verschiedene Fragen ausführen lassen. Einmal wird man nach der relativen Menge der normalen Bierbestandtheile fragen und demnach die quantitative Bestimmung der einzelnen Bestandtheile eines Bieres von normaler Beschaffenheit vornehmen; das andere Mal kann es sich aber darum handeln, ob dem Biere Stoffe beigemengt wurden, die demselben seiner

Natur nach nicht eigenthümlich sind, d. h. ob es die erwähnten Verfälschungen erlitten hat oder gesundheitsgefährliche Beimengungen enthält.

Es lässt sich nicht leugnen, dass die Bieruntersuchungen mit ganz besonders grossen Schwierigkeiten verbunden sind, da die Methoden nur für den Bestand an Alkohol, Extract, Salzen und Kohlensäure und etwa auch noch für das Auffinden einzelner fremdartiger Bestandtheile genügen, dagegen bisher nicht oder nur mangelhaft gestatten, die etwaige Verwendung von Surrogaten, demnach die Erzeugung von Bier aus anderen Materialien als aus Malz und Hopfen mit Sicherheit nachzuweisen.

Stets wird man der eigentlichen chemischen Untersuchung eines Bieres erst eine Vorprüfung unmittelbar mit den Sinnen vorausgehen lassen. Bei dieser Vorprüfung werden sich manche Einmengungen und Eigenschaften des Untersuchungsmaterials kundgeben, die auf chemischem Wege sich gar nicht oder nur unsicher ermitteln lassen. Dahin gehören namentlich manche Geschmackserscheinungen, das Aroma u. s. w., für deren Isolirung der dermalige Standpunkt unserer chemischen Kenntnisse und Hilfsmittel nicht ausreicht.

Vorprüfung.

Im Allgemeinen soll ein gut gebrautes Bier hell und klar sein, von mehr oder weniger gelblichbrauner bis brauner Farbe. Der Bierkenner von Fach beachtet auch den eigenthümlichen Glanz des Bieres, der unleugbar in Folge gewisser Lichtbrechungserscheinungen mit dem chemischen Bestand des untersuchten Bieres in einem unzertrennbaren Zusammenhange steht. Aus der mehr oder weniger dunklen Farbe des Bieres ergibt sich ein Schluss auf die Menge des zur Biererzeugung verwendeten Malzes oder auf den Grad der Darrung desselben. Doch muss auch berücksichtigt werden, dass auf die Farbe des Bieres auch die Umsetzungsproducte der Eiweisskörper und die Hopfenextractivstoffe von Einfluss sind.

Eine Trübung des Bieres deutet oft auf suspendirte Hopfenpartikelchen, die sich alsdann durch Filtration abscheiden und mikroskopisch nachweisen lassen; oft rührt sie indess auch von einer Milchsäure- oder Essigsäurebildung her.

Ein feiner, kleinblasiger, rahmähnlicher Schaum ist ein charakteristisches Kennzeichen eines, was den Kohlensäuregehalt betrifft, gut qualificirten Bieres, indem sich eine entsprechende Uebersättigung desselben mit diesem wesentlichen Bestandtheile anzeigt. Nur ist dabei zu berücksichtigen, dass die Art des Einschenkens auf die Schaumbildung von Einfluss ist. Auch wird häufig durch Zusatz von kohlensäurehaltigem Wasser das Bier zum Schäumen gebracht. In der Regel haben alkoholische Biere einen nur wenig hoch stehenden Schaum, vollmundige Biere dagegen einen schwer zusammenfallenden. Wie schon erwähnt, macht auch ein Zusatz von Glycerin das Bier stark schäumend.

Der Geschmack des Bieres wird bedingt durch die summarische Affection des Alkohols, den eigenthümlichen prickelnden,

moussirenden Effect der Kohlensäure, den aromatisch bitteren und durch den Zuckergehalt gemilderten Geschmack der Hopfenbestandtheile und durch die „Vollmundigkeit", welche der Gesammtgehalt der festen Bestandtheile, vornehmlich des Dextrins bedingt. Einen wesentlichen Einfluss auf die Affection der Zunge übt auch die entsprechende Temperatur des Bieres.

Der Geruch des Bieres lässt nur erhebliche Verunreinigungen erkennen. Dagegen werden durch ein einfaches Erhitzen des Bieres zum Sieden die Wirkungen auf den Geruchsinn häufig derart gesteigert, dass über manche gute oder fehlerhafte Eigenschaften (Gehalt an Fusel) hiedurch Aufklärung verschafft wird. Noch bessere Dienste leistet in dieser Hinsicht die Destillation des Bieres, wodurch der Alkohol und das Aroma im Destillat sich anhäufen und eine Abschätzung und Classificirung auf's wesentlichste erleichtern.

Immer wird man auch die Wirkung des Bieres beachten müssen, also zu berücksichtigen haben, wie es bekommt.

Ermittlung des Akohol- und Extractgehaltes.

Durch die chemische Untersuchung kann die Relation zwischen den einzelnen im normalen Bier vorkommenden Bestandtheilen und der etwaige Gehalt von verunreinigenden Substanzen bestimmt werden.

Vielfache Untersuchungen von unzweifelhaft echten und fehlerfrei bereiteten hiesigen Bieren haben ergeben, dass die Relation zwischen Extract und Säure (Extract : Milchsäure $= 100 : x$) bei den Lagerbieren 3·8, bei den Schankbieren 1·9 nicht überschreitet. Das Lagerbier hat stets wenigstens 3·5 bis 4% absoluten Alkohol und einen dem Alkohol mindestens gleichen oder in etwas überschreitenden Gehalt an Extract, ferner 0·2 bis 0·5% Kohlensäure.

Die Kohlensäure des Bieres bestimmt man durch Abwägen einer gewissen Menge Bier, etwa 300 Gramm, in einer Kochflasche, auf die man ein mit Bimssteinstückchen, die mit concentrirter Schwefelsäure getränkt wurden, beschicktes Glasrohr (sogenanntes Chlorcalciumrohr) luftdicht aufsetzt. Das Kölbchen wird gelinde erwärmt und häufig geschüttelt. Die Kohlensäure entweicht, während Wasser und Weingeistdampf in dem Rohre zurückgehalten werden. Der Gewichtsverlust gibt die Menge der Kohlensäure an.

Um den Alkohol zu bestimmen, werden etwa 500 bis 1000 Gr. Bier in einem hinreichend grossen Kolben, der mit einem Kühlapparat verbunden ist, destillirt, bis etwa die Hälfte übergegangen ist; aus der Menge des erkalteten Destillates und seinem Gehalt an Alkohol, aus dem specifischen Gewicht ermittelt, berechnet sich der Alkoholgehalt des Bieres dem Volumen oder Gewichte nach mit Hilfe der Akoholtabelle (Seite 509). Hat man z. B. 1000 Gramm Bier der Destillation unterworfen und 450 Gramm Destillat erhalten, in welchem man, weil das Destillat ein specifisches Gewicht von 0·9827 zeigte, 11 Gewichtsprocent Alkohol fand, so sind $\frac{450 \times 11}{100} = 49{\cdot}5$ Gr. Alkohol in 1000 Gramm Bier enthalten, oder dieses enthält 4·95% Alkohol.

Der Extractgehalt lässt sich durch Eindampfen von etwa 20 Gramm Bier in einer Platinschale, zuerst am Wasserbade, zuletzt unter Erwärmen im Trockenkasten, bei 110 bis 115° C., bis keine Gewichtsabnahme mehr erfolgt, bestimmen.

Dieses Verfahren ist mit der Unannehmlichkeit behaftet, dass die vollständige Austrocknung schwer vor sich geht und lange Zeit erfordert. Man trocknet deswegen das Extract in einer U-förmigen, auf 100 bis 120° erhitzten Röhre in einem Strome heisser Luft.

Will man das Extract weiter zerlegen, so kann man den Malzzucker von dem Dextrin und den eiweissartigen Stoffen dadurch trennen, dass man das Extract mit Weingeist übergiesst, gut umrührt, längere Zeit deparirt und die Lösung abgiesst und abdampft; sie enthält den Zucker; durch Einäschern des Extractes in einem Platintiegel erfährt man unter der Voraussetzung, dass man eine genau gewogene Menge hiezu verwendet, die Menge der unorganischen Bestandtheile des Bieres.

Der oben angegebene Untersuchungsgang zur Bestimmung der Kohlensäure des Extractes und des Alkohols ist nicht nur zeitraubend, sondern erfordert auch Uebung und Sicherheit in chemischen Arbeiten. Man hat deshalb verschiedene Methoden angegeben, durch welche die wesentlichen Bierbestandtheile in einer einfachen Weise bestimmt werden können. — Insbesondere ist die hallymetrische Bierprobe von Fuchs rasch, mit wenig Behelfen ausführbar und liefert ziemlich genaue Resultate. Sie dürfte besonders für die Organe, welche den Markt, die Bierproducenten und die Bierverkäufer in sanitärer Hinsicht zu controliren haben, brauchbar sein.

Die Grundlage dieser Methode bilden folgende Sätze:

1. Das Löslichkeitsverhältniss des Kochsalzes im Wasser ist ein constantes und erleidet durch die Unterschiede der Temperatur, bei welcher die Versuche vorgenommen werden, keine wesentliche Aenderung (100 Theile Wasser lösen 36 Theile Kochsalz).

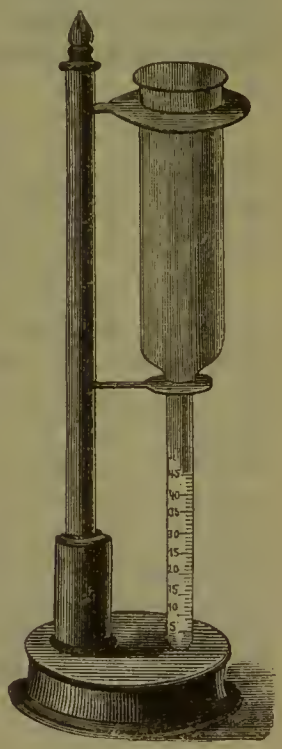
2. Auch die Gegenwart von Weingeist und Extract im Bier ändert nicht das Löslichkeitsvermögen des Wassers für Kochsalz. Weingeist und Extract lösen kein Kochsalz, sondern nur das Wasser des Bieres löst es und zwar im Verhältniss von 100:36. Das Lösungsvermögen des Bieres für Kochsalz nimmt also ab im Verhältnisse der Zunahme von Alkohol und Extract.

Aus der Menge gelösten Kochsalzes wird daher auf den Gehalt eines gewogenen Bierquantums an diesen Bestandtheilen geschlossen werden können. Weil aber jeder der beiden Bestandtheile, Weingeist und Extract, seinen Einfluss auf die Löslichkeit des Kochsalzes hat, und im Bier also nur die Summe der beiden Wirkungen erkennbar ist, müssen zwei Versuche vorgenommen werden, um nach Austreibung des Weingeistes den alleinigen Einfluss des Extractes und durch Abzug desselben von der Summe beider den des Weingeistes kennen zu lernen.

Das zur Prüfung dienende Kochsalz muss chemisch rein, gut ausgetrocknet und fein gepulvert sein. Man nimmt immer etwas

mehr Kochsalz, als sich voraussichtlich auflösen würde, und bestimmt die Menge des nicht gelösten durch Messen und erfährt durch Abziehen derselben von der des angewendeten Salzes wie viel sich gelöst hat.

Fig. 161.



Zum Messen des nicht gelösten Salzes dient der Hallymeter (Fig. 161). Dieses Instrument besteht aus einer oben etwa 0·035 Meter weiten Glasröhre, an welche unten ein etwa 0·004 bis 0·005 Meter im Lichten weites und etwa 0·080 bis 0·090 Meter langes Rohr angeschmolzen ist. Dieses enge Rohr, in welchem sich das ungelöste Chlornatrium durch Schütteln und sanftes Stossen leicht sammelt und dicht zusammensetzt, ist so eingetheilt, dass die Zahlen die Menge des ungelösten Chlornatriums in Gramm angeben; die so erhaltenen Zahlen stimmen bei verschiedenen Versuchen hinreichend unter einander, wenn das Kochsalz immer durch dasselbe Sieb gesiebt wird, also immer aus gleich grossen Körnern besteht.

Ausführung des Verfahrens. Man wägt in einem tarirten Kolben 1000 Gewichtstheile Bier ab und setzt 330 Gewichtstheile gepulvertes Kochsalz zu und lässt die Mischung, welche man öfter schüttelt, einige Zeit in der Wärme stehen. Es entweicht hiedurch beinahe alle Kohlensäure; was der Kolben jetzt weniger wiegt als seine Tara und 1330 Gramm ist die Kohlensäure in 1000 Gramm Bier.

Nun wird die Oeffnung des Kölbchens mit dem Daumen fest geschlossen und unter Schütteln umgekehrt, so dass sich das ungelöste Kochsalz auf dem Daumen sammelt. Man hält sie über das Hallymeter und zieht den Daumen weg, so dass Satz und Bier in das Messinstrument fallen, was ohne den geringsten Verlust geschehen kann. Das Salz im Hallymeter wird durch sanftes Stossen oder mit Hilfe eines Glasstabes eng zusammengedrängt und dann abgelesen, wie viel Kochsalz ungelöst geblieben. Gesetzt, der mit dem Kochsalzpulver erfüllte Raum beträgt 35·5 Theilstriche, so sind 294·5 Gewichtstheile Kochsalz aufgelöst worden und diese entsprechen nach der Proportion $360 : 1000 = 294{\cdot}5 : x$; $x = 818{\cdot}1$. Zieht man 818·1 und das Gewicht der bereits gefundenen Kohlensäure von 1000 ab, so bezeichnet der Rest die Menge der Gewichtstheile an Extract und Weingeist in 1000 Gewichtstheilen Bier. Würden für die Kohlensäure 2 Gewichtstheile gefunden worden sein, so bleiben in diesem Falle 179·9 Gewichtstheile für Extract und Weingeist.

Man wägt nun neue 1000 Theile Bier, bringt sie in den Kolben und kocht so lange, bis etwas mehr als die Hälfte verdampft und das Bier vollkommen von Alkohol befreit ist. Der Kolben wird mit dem Rückstand auf die Wage gebracht und destillirtes Wasser zugesetzt, bis der Kolbeninhalt genau 500 Gewichtstheile wiegt.

Nun werden 180 Theile Kochsalz zugesetzt, geschüttelt und so bald sich nichts mehr löst, der ganze Inhalt, wie im vorigen Versuch in das Hallymeter übergegossen und der Rückstand des ungelöst gebliebenen Kochsalzes gemessen. Gesetzt, er würde 10 Theilstriche betragen, so sind 170 Gramm Kochsalz aufgelöst worden und diese entsprechen gemäss der Proportion $360 : 1000 = 170 : x$; x (Extract) $= 79{\cdot}2$.

Wird die erhaltene Extractmenge (79·2) von der erhaltenen Gesammtmenge des Extractes und Weingeistes (179·9) abgezogen, so erhält man die Menge des in dem Biere und zwar in 1000 Theilen enthaltenen Weingeistes, im vorliegenden Falle 100·7 Theile.

Die letztere Zahl, nämlich jene, welche die Menge des gefundenen Weingeistes bezeichnet, bedarf einer wichtigen Correctur. Der durch die hallymetrische Probe gefundene Weingeist ist stets ein wasserhaltiger und zwar ist das Verhältniss von absolutem Alkohol und Wasser in demselben veränderlich. Deshalb wurde durch Versuche und Rechnung eine Tabelle von Schaffhäutl hergestellt, welche für die jedesmalige Menge des hallymetrisch gefundenen Weingeistes das Verhältniss des absoluten Alkohols darin angibt. Im obigen Beispiele haben wir 100·7 Tausendtel wasserhaltigen Weingeist, in diesem ist nach der Tabelle enthalten 55·05% absoluter Alkohol. Darum ist dieses als der Alkoholgehalt einzuschreiben und $100{\cdot}7 - 55{\cdot}05 = 44{\cdot}948$ ist dem Wasser zuzufügen. Man hat also:

freies Wasser	Weingeist		Extract	Kohlensäure
	Wasser	Alkohol		
818·1	44·94	55·05	79·2	2·0

Diese Correction wird mit Hilfe der beigefügten Tabelle vorgenommen.

Weingeist der Salzlösung gegenüber	Alkoholgehalt corr. u. d. Dest. experim. mit Berücksichtigung des Extractgehalts	Differenzen	Weingeist der Salzlösung gegenüber	Alkoholgehalt corr. u. d. Dest. experim. mit Berücksichtigung des Extractgehaltes	Differenzen	Weingeist der Salzlösung gegenüber	Alkoholgehalt corr. u. d. Dest. experim. mit Berücksichtigung des Extractgehaltes	Differenzen
15	5·34		30	13·21	83	45	24·83	55
16	5·75	41	31	14·04	83	46	25·39	56
17	6·16	41	32	14·87	83	47	25·95	56
18	6·58	42	33	15·70	83	48	26·50	55
19	6·99	41	34	16·53	83	49	27·06	56
20	7·40	41	35	17·36	83	50	27·61	55
21	7·81	41	36	18·21	84	51	28·17	56
22	8·23	42	37	19·07	86	52	28·73	56
23	8·64	41	38	20·90	83	53	29·28	55
24	9·04	40	39	21·50	60	54	29·84	56
25	9·47	54	40	22·05	55	55	30·40	56
26	10·01	54	41	22·61	56	56	30·95	55
27	10·72	71	42	23·17	56	57	31·56	61
28	11·55	83	43	23·72	55	58	32·17	61
29	12·38	83	44	24·28	56	59	32·78	61

Weingeist der Salzlösung gegenüber	Alkoholgehalt corr. u. d. Dest. experim. mit Berücksichtigung des Extractgehaltes	Differenzen	Weingeist der Salzlösung gegenüber	Alkoholgehalt corr. u. d. Dest. experim. mit Berücksichtigung des Extractgehalts	Differenzen	Weingeist der Salzlösung gegenüber	Alkoholgehalt corr. u. d. Dest. experim. mit Berücksichtigung des Extractgehalts	Differenzen
60	33·39	61	114	61·91	51	168	89·56	51
61	34·00	61	115	62·43	52	169	90·07	51
62	34·61	61	116	62·94	51	170	90·59	52
63	35·21	61	117	63·46	52	171	91·10	51
64	35·82	61	118	63·97	51	172	91·61	51
65	36·43	61	119	64·49	52	173	92·12	51
66	37·04	61	120	65·00	51	174	92·63	51
67	37·58	54	121	65·52	52	175	93·14	51
68	38·10	52	122	66·03	51	176	93·66	52
69	38·62	52	123	66·55	52	177	94·17	51
70	39·14	52	124	67·06	51	178	94·68	51
71	39·66	52	125	67·58	52	179	95·19	51
72	40·17	51	126	68·09	51	180	95·70	51
73	40·69	52	127	68·61	52	181	96·21	51
74	41·21	52	128	69·12	51	182	96·72	51
75	41·73	52	129	69·64	52	183	97·24	52
76	42·25	52	130	70·15	51	184	97·75	51
77	42·77	52	131	70·67	52	185	98·26	51
78	43·29	52	132	71·18	51	186	98·77	51
79	43·81	52	133	71·70	52	187	99·28	51
80	44·33	52	134	72·21	51	188	99·79	51
81	44·85	52	135	72·73	52	189	100·30	51
82	45·37	52	136	73 24	51	190	100·82	52
83	45·88	51	137	73·76	52	191	101·33	51
84	46·40	52	138	74·27	51	192	101·84	51
85	46·92	52	139	74·79	52	193	102·35	51
86	47·44	52	140	75·30	51	194	102·86	51
87	47·96	52	141	75·82	51	195	103·37	51
88	48·48	52	142	76·32	50	196	103·89	52
89	49·00	52	143	76·83	52	197	104·40	51
90	49·52	52	144	77·33	50	198	104·91	51
91	50·04	52	145	77·83	50	199	105·42	51
92	50·56	52	146	78·34	51	200	105·93	51
93	51·07	51	147	78.84	50	201	106·44	51
94	51·60	53	148	79·35	51	202	106·95	51
95	52·11	51	149	79·85	50	203	107·47	52
96	52·63	52	150	80·36	51	204	107·98	51
97	53·15	52	151	80·87	51	205	108.49	51
98	53·67	52	152	81·38	51	206	109·00	51
99	54·19	52	153	81·89	51	207	109·51	51
100	54·70	51	154	82·40	51	208	100·08	57
101	55·22	52	155	82·91	51	209	100·65	57
102	55·73	51	156	83·43	52	210	111·22	57
103	56·25	52	157	83 94	51	211	111·78	56
104	56·76	51	158	84·45	51	212	112·35	57
105	57·28	52	159	84·96	51	213	112·92	57
106	57·79	51	160	85·47	51	214	113·49	57
107	58·31	52	161	85·98	51	215	114·06	57
108	58·82	51	162	86.49	51	216	114·62	56
109	59·34	52	163	87·01	52	217	115·19	57
110	59·85	51	164	87.52	51	218	115·76	57
111	60·37	52	165	88·03	51	219	116·33	57
112	60·88	51	166	88·54	51	220	116·90	57
113	61·40	52	167	89·05	51	221	117·46	56

Weingeist der Salzlösung gegenüber	Alkoholgehalt corr. n. d. Dest. experim. mit Berücksichtigung des Extractgehaltes	Differenzen	Weingeist der Salzlösung gegenüber	Alkoholgehalt corr. n. d. Dest. experim. mit Berücksichtigung des Extractgehaltes	Differenzen	Weingeist der Salzlösung gegenüber	Alkoholgehalt corr. n. d. Dest. experim. mit Berücksichtigung des Extractgehaltes	Differenzen
222	118·03	57	239	127·69	57	256	137·34	56
223	118·06	57	240	128·26	57	257	137·91	57
224	119·17	57	241	128·82	56	258	138·48	57
225	119·74	57	242	129·39	57	259	139·05	57
226	120·30	56	243	129·96	57	260	139·62	57
227	120·87	57	244	130·53	57	261	140·18	56
228	121·44	57	245	131·10	57	262	140·75	57
229	122·01	57	246	131·66	56	263	141·32	57
230	122·58	57	247	132·23	57	264	141·89	57
231	123·14	56	248	132·80	57	265	142·46	57
232	123·71	57	249	133·37	57	266	143·02	56
233	124·28	57	250	133·94	57	267	143·59	57
234	124·85	57	251	134·50	56	268	144·16	57
235	125·42	57	252	135·07	57	269	144·73	57
236	125·98	56	253	135·64	57	270	145·30	57
237	126·55	57	254	136·21	57	271	145·86	56
238	127·12	57	255	136·78	57	272	146·43	57

Sehr leicht kann Alkohol und Extract durch Bestimmung des Unterschiedes des specifischen Gewichtes von gekochtem und ungekochtem Bier in ähnlicher Weise ermittelt werden, wie dies beim Weine näher erörtert werden wird. Unter Umständen kann die Bestimmung der freien Säure von Interesse sein. Dieselbe wird durch Titriren des entkohlensäuerten Bieres mit einer Natronlauge von bekanntem Gehalt ausgeführt. Der gefundene Säuregehalt wird entweder auf Essigsäure oder Milchsäure bezogen.

Prüfung auf fremde Bestandtheile.

Unter den metallischen Verunreinigungen des Bieres sind hauptsächlich jene zu berücksichtigen, die in Folge der zur Biererzeugung und beim Bierausschank verwendeten metallenen Geräthschaften in dasselbe gerathen können. Man weist sie nach, indem man eine nicht zu geringe Qualität des Bieres zur Trockene verdampft, einäschert und die Asche nach den Regeln der Analyse untersucht.

Wenn die Asche mehr als 3·5 Gramm im Liter Bier beträgt, so liegt der Verdacht vor, dass dem Bier mineralische Stoffe aus den früher erwähnten Gründen (Kreide, Magnesia, Pottasche, Soda zur Neutralisation von saurem Bier, Alaun zum Klären, borsaures Natron zur besseren Haltbarmachung) zugesetzt worden sind. Durch Feststellung der chemischen Zusammensetzung der Bierasche wird man die Natur dieser Zusätze erfahren.

Da die Gerste reicher an Phosphorsäure ist, als die zur Biererzeugung gebräuchlichen Malzsurrogate, so ist die Bestimmung des Gehaltes an Phosphorsäure im Bier von besonderer Wichtigkeit. Echtes Bier enthält immer mehr als 0·6% Phosphorsäure pro 1 Liter. Die Phosphorsäure des Bieres lässt sich leicht quantitativ bestimmen,

wenn man die Bierasche in Salpetersäure löst, die Lösung filtrirt, nachwäscht, eindampft, den Eindampfrückstand in Wasser auflöst und die Lösung mit Uranlösung (siehe Seite 67) titrirt.

Glycerin kann im Biere dadurch ermittelt werden, dass man etwa 100 Gramm desselben nach Zusatz von 5 Gramm gelöschtem Kalk in sehr gelinder Wärme zur Trockene bringt, den Rückstand zerreibt und mit einem Gemisch von Aether und starkem Alkohol oder durch absoluten Alkohol auszieht. Der so gewonnene Auszug wird in gelinder Wärme verdampft und lässt hiebei das Glycerin als farblosen Syrup zurück, der als solcher gewogen wird. Die aus einer bestimmten Beimengung gewonnene Quantität von Glycerin wird darüber Aufklärung geben, ob es sich nur um jene kleine Menge handelt, die das Bier seiner Natur nach enthält, oder ob bei der Biererzeugung Glycerin zugesetzt wurde.

Um Salicylsäure nachzuweisen, werden 10 Cubik-Centimeter Bier mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert und mit 10 Cubik-Centimeter Aether geschüttelt. Der Aether nimmt die Salicylsäure auf und gibt, mit Eisenchloridlösung versetzt, eine Violettfärbung.

Um die oben erwähnten Hopfensurrogate im Biere aufzufinden, empfiehlt sich nachstehendes Verfahren, welches auf der Fähigkeit des Benzols, Amylalkohols, Aethers beruht, die Bitterstoffe aus wässerigen Lösungen beim Schütteln mit denselben aufzunehmen.

Zur Ausführung dieses Verfahrens werden mehrere Liter Bier im Wasserbade bis zur Syrupconsistenz abgedampft und der Rückstand mit dem fünffachen Gewicht starken Weingeist versetzt. Die Mischung wird öfter umgerührt und durch 24 Stunden stehen gelassen. Hiebei bleiben die zu ermittelnden Substanzen in Lösung, während Salze und die in Alkohol unlöslichen Stoffe zum grössten Theil abgeschieden werden.

Nach dem Absetzen derselben wird die klare Flüssigkeit abgegossen, zur Seite gestellt und der Bodensatz wiederholt mit Alkohol ausgezogen. Die vereinigten alkoholischen Auszüge werden durch Destillation von Alkohol befreit, wodurch ein syrupartiger Destillationsrückstand gewonnen wird, der die zu ermittelnden verdächtigen Stoffe enthält. Ein kleiner Theil des Rückstandes wird mit der dreifachen Menge Wasser verdünnt und in dieser Lösung ein Schafwollenlappen längere Zeit hindurch eingelegt. Bei Gegenwart von Pikrinsäure färbt sich die Wolle gelb und wird durch Waschen nicht entfärbt.

Der übrige Theil des Destillationsrückstandes wird mit dem sechsfachen Gewichte chemisch reinen Benzols eine Zeit lang geschüttelt. Das sich obenauf lagernde Benzol wird mittelst eines Scheidetrichters abgehoben und frisches Benzol aufgegossen und die Operation des Schüttelns neuerdings wiederholt. Die Benzinlösungen nehmen hiebei etwaiges Brucin, Strychnin, Colchicin und Colocynthin auf, welche Stoffe beim Verdunsten des Benzols zurückbleiben.

Man vertheilt die Benzollösung auf mehrere Uhrgläser und bringt sie an freier Luft zum Verdampfen. Die auf den Uhrgläsern

verbleibenden Rückstände prüft man durch nachfolgende Reagentien auf ihren chemischen Charakter.

Salpetersäure von 1·33 bis 1·4 specifisches Gewicht bringt eine rothe Färbung des Rückstandes hervor, wenn derselbe Brucin eine violette, wenn er Colchicin ist. Concentrirte Schwefelsäure bedingt eine rothe Färbung, wenn es Colocynthin ist. Strychnin mit Schwefelsäure behandelt, gibt keine auffällige Färbung, setzt man aber weiter noch ein kleines Kryställchen von chromsaurem Kali zu, so tritt in der Flüssigkeit eine prachtvolle purpurviolette Farbe auf, die sich streifenartig entwickelt.

Den mit Benzin behandelten Syrup befreit man durch gelindes Erwärmen von dem kleinen Rest noch anhängenden Benzols und schüttelt wiederholt mit reinem Amylalkohol. Dieser nimmt etwa vorhandenes Pikrotoxin und Aloebitter auf. Diese zwei Körper verrathen sich durch den bitteren Geschmack der amylalkoholischen Lösung. Das Hopfenbitter geht nicht in den Amylalkohol über. Zur Unterscheidung des Pikrotoxins von der Aloe giesst man einen Theil der Amylalkohol-Ausschüttung auf eine Glasplatte und lässt sie an freier Luft verdunsten. Kommen dabei feine, weisse, fächerförmige oder garbenähnliche krystallinische Ausscheidungen zum Vorschein, so ist Pikrotoxin zugegen, welches letztere alkalische Kupferlösung reducirt und durch concentrirte Kohlensäure orangegelb gefärbt wird.

Bleibt dagegen eine nicht krystallinische, bitter schmeckende Masse zurück, so kann sie Aloe sein, was durch den eigenthümlich safranartigen Geruch, den in diesem Falle der Rückstand entwickelt, erkannt wird.

Der mit Benzin und Amylalkohol behandelte Rückstand wird von dem kleinen Rest anhängenden Amylalkohols vermittelst Aufsaugen durch Fliesspapier befreit und mit wasserfreiem Aether geschüttelt. Dieser nimmt das noch vorhandene Hopfenbitter und das Absynthin auf; in dem Verdunstungsrückstande lässt sich das letztere leicht an dem es begleitenden Wermuths-Aroma erkennen. Das Absynthin ist dadurch charakterisirt, dass es mit concentrirter Schwefelsäure eine rothgelbe, schnell in's Indigoblau abgehende Solution gibt.

Der mit Aether behandelte Rückstand ist noch auf Gentipikrin, Menyanthin und Quassin zu prüfen. Da er nunmehr frei von Hopfenbitter ist, so deutet ein entschieden bitterer Geschmack auf fremde Bitterstoffe hin.

Dieser Rückstand wird vom Aether durch Erwärmen befreit und dann in Wasser gelöst, die Lösung filtrirt und mit ammoniakalischer Silberlösung erhitzt. Gentipikrin und Menyanthin bedingen hiebei die Bildung eines Silberspiegels, Quassin dagegen erzeugt keine Ausscheidung von Silber. Gentipikrin gibt mit concentrirter Schwefelsäure betupft in der Kälte keine Farbenveränderung, wird aber beim Erwärmen carmoisinroth, Menyanthin wird aber durch concentrirte Schwefelsäure gleich anfangs gelbbraun, später violett.

Wenn es sich nicht um die Beantwortung der allgemein gestellten Frage, ob fremde Bitterstoffe überhaupt im Biere enthalten

sind, handelt, wenn vielmehr nach einem bestimmten Bitterstoff gesucht werden soll, kann obiges Verfahren modificirt werden.

So kann man, wenn der Verdacht auf Pikrotoxin allein vorliegt und dieses nachgewiesen werden soll, das Bier unter Zusatz von Soda bis zur alkalischen Reaction zur Syrupconsistenz einengen und daraus durch Schütteln mit Aether zuerst das Hopfenbitter ausziehen (Hopfenbitter geht auch aus alkalischen Lösungen in Aether über, Pikrotoxin aber nicht) und dann, nachdem der Rückstand angesäuert wurde, das Pikrotoxin durch abermaliges Schütteln mit Aether (aus saurer Flüssigkeit geht das Pikrotoxin in Aether über) in die ätherische Lösung überführen, aus welcher es sich nach dem Verdunsten des Aethers in den oben geschilderten Krystallformen ausscheidet.

Ueberhaupt erregt es den Verdacht, dass fremde Bitterstoffe dem Biere zugesetzt worden sind, wenn der durch Concentration erhaltene Biereindampfrückstand nach wiederholtem Ausschütteln mit Aether stark bitter schmeckt. Denn da durch Aether der im Biere von normaler Beschaffenheit enthaltene, aus Hopfen stammende Bitterstoff gänzlich ausgezogen wird, so spricht das Bitterbleiben des Rückstandes noch für das Vorhandensein anderer Bitterstoffe. Ob ein Bier blos Hopfenbitter enthalte oder ob dasselbe durch irgend einen anderen Bitterstoff theilweise ersetzt sei, kann man auch dadurch erkennen, dass man zu etwas Bier so lange Bleiessig zusetzt, bis kein Niederschlag mehr erfolgt. Nach dem vollständigen Absetzen hat die über dem Bodensatz stehende Flüssigkeit keinen bitteren Geschmack mehr, wenn Hopfen darin war, während bei allen Surrogaten die Flüssigkeit bitter bleibt, da unter den bisher bekannten Bitterstoffen nur Hopfenbitter durch Bleiessig gefällt wird.

Zwölftes Capitel.

Wein.

Weingewinnung.

Die unbegrenzte Mannigfaltigkeit, die Contraste in Farbe und Aussehen, in Geschmack und Geruch, welche der Wein in seinen verschiedenen Sorten zeigt, erklären sich zunächst durch die unzählig vielen Arten des Weinstockes. Im Garten des Luxembourg allein sind 1400 Varietäten desselben angepflanzt.

Weiter haben alle jene Umstände, wie sie sich als Lage, Standort, klimatische Verhältnisse auf die Fruchtbildung und Fruchtreife geltend machen, hierauf Einfluss. Wo, wie unter dem südlichen Himmel, ein mildes und Jahr aus Jahr ein gleichmässiges Klima herrscht und so alljährlich das völlige Ausreifen der Traubenfrucht ermöglicht, wird ein Most gekeltert, der wenig von dem des Vorjahres verschieden ist; in solchen Gegenden entfällt die Unter-

scheidung des Weines nach Jahrgängen. In den nördlichen Gegenden dagegen bringt jedes Jahr eine andere Witterung, die das Wachsthum der Rebe, die Entwicklung und die Eigenschaften der Frucht anders gestaltet, wodurch die relativen Mengen einzelner Mostbestandtheile mit jeder Weinernte nicht unwesentlich wechseln. Darum ist auch in den kälteren Gegenden die Mühe der Anzucht der Rebe eine grössere und muss insbesondere, soll ein guter Wein gewonnen werden, die Art der Traubenlese richtig geleitet werden. Die Trauben reifen nicht an allen Stellen der Weinbau-Anlage gleichzeitig. Wo sie sonnig, vor dem Wetter geschützt ist, wo der Boden reichlichere Nahrung bietet, werden die Trauben früher reif. Wird nun bei der Traubenlese der Grad der Reife nicht berücksichtigt, werden nämlich unreife, reife und überreife Trauben zusammengekeltert, dann besitzt der Wein nicht jene Güte, die er bei zeitgemässer Traubenlese erlangt hätte.

Die reife Traube ist ein sehr complexes Gebilde. Sie besteht aus den Kämmen, den Schalen, dem Kerne und dem Traubensafte. Jeder dieser Traubenbestandtheile birgt chemisch andere Körper: die Kämme Cellulose und viel Gerbsäure, daneben eine stark sauer schmeckende Substanz, deren Princip wahrscheinlich Weinsteinsäure ist, die Schalen Farbstoff und kleine Mengen von Tannin. Die Kerne ebenfalls Gerbsäure und ein fettes Oel, dessen Säure für die Bildung des Weinbouquets von Belang ist. Der Saft der reifen Weinbeere enthält Zucker, dessen Mengen die Grenzen von 12 bis 30% nicht überschreiten, ausserdem organische Säuren und zwar vorherrschend Weinsäure, weiter eiweissartige und Pektinstoffe, Gummi, Pflanzenschleim und endlich je nach der Rebsorte besondere Riechstoffe. In der Asche finden sich vorwiegend Kali, Kalk und Phosphorsäure.

Der eigentliche Traubensaft ist demnach farblos, er enthält keine Farbstoffe, keine oder höchstens nur Spuren von Gerbstoff, Fett und wachsartigen Körpern.

Es ist also begreiflich, warum die Farbe des Weines einigermassen im Verhältniss zur Zeit steht, während welcher die Schalen mit dem gegohrenen Most in Berührung bleiben. So lässt man bei den gewöhnlichen Weinen des südlichen Frankreichs die Schalen 8 bis 14 Tage, bei den deutschen Rothweinen 2 bis 3 Wochen in der Flüssigkeit.

Weingährung.

Der gekelterte Traubensaft wird der Gährung unterworfen. Die Verhältnisse, unter welchen die Gährung des Mostes vor sich geht, haben für die Qualität des Weines die grösste Bedeutung.

Ist die Temperatur des Gährungsraumes höher als 15°, so erfolgt die Gährung rasch unter den Erscheinungen, wie sie bei der Erzeugung des wenig haltbaren, leichten Oberzeugbieres stattfinden; der Wein wird allerdings im Verhältniss seines Zuckergehaltes bald alkoholreich, aber bouquetlos, wenig wohlschmeckend. Wenn die Temperatur dagegen zwischen 8 bis 15° schwankt, so ist die Gäh-

rung, analog der Untergährung beim Bier, eine langsam verlaufende, sie liefert aber dafür ein haltbares, bouquetreiches, feinschmeckendes Product.

Allmälig nehmen die Gährungs-Erscheinungen an Intensität ab, der junge Wein hat nach einiger Zeit die Hauptgährung überstanden und kommt zur Nachgährung auf die Lagerfässer.

Dem Gesagten nach können die Bestandtheile des gekelterten Traubensaftes nicht identisch mit denen des durch geistige Gährung aus dem Rebensafte entstandenen und umgewandelten Weines sein. Der Wein kann aber, wenn er unverfälscht geblieben ist, keine anderen Bestandtheile als solche enthalten, die entweder schon ursprünglich im Moste vorhanden waren, oder sich aus solchem in Folge der eingetretenen Zersetzung gebildet haben. Es ist bereits hervorgehoben worden, dass der Zucker des Traubensaftes die Grenzen von 12 bis 30% niemals übersteigt, der Zucker spaltet sich durch Gährung, von kleinen Mengen Glycerin, Bernsteinsäure u. s. w. abgesehen, in Alkohol und Kohlensäure, und zwar beträgt die Menge des aus Zucker sich bildenden Alkohols nahe die Hälfte vom Gewichte des ersteren. Mit Rücksicht auf diesen Umstand könnte man meinen, dass die Alkoholmenge in gut ausgegohrenen Weinen nicht leicht unter 6 und nicht über 15% betragen könne.

Was die Minimalgrenze anbelangt, so ist dieselbe keineswegs zu hoch gegriffen. Die Maximalgrenze dürfte dagegen die Ziffer von 15% kaum je erreichen, selbst wenn der Wein aus Trauben erzeugt wurde, die in ihrem Safte volle 30% an Zucker enthielten. Ist nämlich im gegohrenen Moste bei einer 12° nicht überschreitenden Temperatur der Alkoholgehalt bis auf 11% gestiegen, so wird der Process der Gährung gemässigt, bei 12% Alkoholgehalt findet die Umsetzung des Zuckers in Kohlensäure und Alkohol nur mehr sehr langsam und mit dem weiteren Anwachsen des Alkoholgehaltes immer langsamer statt, weil das Gährungsferment um so weniger wirksam ist, in einer je alkoholreicheren Flüssigkeit es sich befindet. Alkoholreiche Weine können darum kleinere oder auch grössere Mengen von unzersetzt gebliebenem Zucker enthalten, in gut ausgegohrenen Weinen dagegen, die einen Alkoholgehalt von 8%, 9% oder darunter aufweisen, sind nur Spuren von Zucker vorhanden.

Die Gährung, welche demnach von der Wirksamkeit des Fermentes, das ist von der Lebensfähigkeit der Hefepilze, abhängt, kann nur insolange währen, als die gährende Flüssigkeit die für die Vermehrung immer neuer Hefepilze nothwendigen Nährstoffe enthält. Sind diese einmal aufgezehrt, so stellen die Hefezellen ihre vegetative Thätigkeit ein, sinken zu Boden und die Gährung hört auf, selbst wenn noch nicht aller Zucker umgesetzt ist. Als Nährstoffe für diese Fermentkeime muss man einige Salze und gewisse stickstoffhaltige, organische Körper ansehen. Sie finden sich, wie bereits oben erwähnt, im Traubensafte. Enthält aber letzterer verhältnissmässig mehr von ihnen, als für die Entwicklung der die Spaltung des vorhandenen Zuckers bewirkenden Hefepilze nöthig ist,

so finden häufig nach Umwandlung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure in Folge der fermentirenden Thätigkeit verschiedener durch die Luft zugetragener Keime Zersetzungen anderer Bestandtheile des Weines statt, so der Zerfall der Weinsäure, die Oxydation des Alkohols — Vorgänge, die unter dem Namen: Kahmigwerden, Sauerwerden, Bitterwerden, Langwerden, Schmeer u. s. w. als Weinkrankheiten bekannt sind. Es ist demnach sehr wichtig, dass aus dem jungen vergohrenen Weine die Eiweisssubstanzen bald entfernt werden, was zum Theil durch Oxydation derselben durch den nach abgelaufener Gährung leichter zum Weine zutretenden Sauerstoff der Luft geschieht, hauptsächlich aber dadurch, dass in der nunmehr alkoholreich gewordenen Flüssigkeit diese Substanzen unlöslich oder wenigstens weniger leicht löslich sind und sich demnach als Bodensatz ausscheiden. Durch diese Ausscheidungen, welche unter dem Namen „Lager" bekannt sind, verliert der Wein einen Theil der weinsauren Salze, phosphorsauren Kalk und Magnesia-Verbindungen, Hefezellen, stickstoffhaltige und gerbstoffhaltige Substanzen.

Farbe des Weines.

Es ist schon früher erwähnt worden, dass die Ursache der Farbe der meisten Weine nicht im Traubensafte zu suchen ist, sondern in den Schalen der Beeren und in den Kernen. Im gewöhnlichen Leben spricht man von weissen und rothen Weinen, obgleich die rothen eigentlich violett sind und die weissen gelb, in allen Nüancen von dem schwachen grünlichen Stich der Moselweine bis zum satten Goldgelb der Weine der Traminerrebe. Ein Pigment im strengen Wortsinne findet man bei grünen Trauben weder im Traubensafte noch in der Hülle. Was bei sogenannten weissen Weinen die Färbung bedingt, ist unzweifelhaft ein Oxydationsproduct der aus den Kernen, Krappen und Schalen ausgezogenen Gerbsäure.

Auch die blaue Traube hat einen farblosen Saft, aber eine farbstoffhaltige Schale. Davon überzeugt man sich leicht, wenn man den Saft sorgfältig von den Kernen und Hülsen befreit und gähren lässt. Man erhält dann einen farblosen Wein, Clairet genannt, zur Erzeugung der Schaumweine sehr beliebt. Kommen aber die ganzen Trauben zur Gährung, dann wird ein roth gefärbter Wein erzielt.

Ob und inwieweit der Farbstoff des Weines von dem ursprünglichen Pigment der Traubenschale differirt, darüber haben wir noch keine genügende Kenntniss.

Nach neueren Untersuchungen enthalten alle Weine mehrere, aber nach der Rebsorte verschiedene rothe und einen gelben Farbstoff. Die Farbe, mit der sich dieser Farbstoff löst, wird um so röther, je säurereicher das Lösungsmittel ist. Durch Alkalien wird dieser Farbstoff grün, durch Säuren wieder roth. Auch die blauen Pigmente der Heidelbeeren, Brombeeren, des Hollunders, der Maulbeeren u. s. w. verhalten sich ähnlich.

Der in alten Rothweinen beobachtete Absatz rührt davon her, dass die in demselben befindliche Gerbsäure sich zersetzt, und dass sich mit den unlöslichen Zersetzungsproducten derselben der Farbstoff zum Theil niederschlägt.

Geruch und Geschmack des Weines.

Die Riechstoffe des Weines lassen sich auf verschiedene Momente zurückführen. Der Weingeruch stammt manchmal zum Theil schon von der reifen Frucht (wie bei Wein aus Muskatellertrauben), meist aber sind die Riechstoffe durch Gährung entstandene Producte. Das Bouquet des Weines besteht aus zweierlei wesentlich von einander verschiedenen Principien. Das eine ist wenig oxydirbar, ätherartig, das andere leicht oxydirbar, aldehydartig.

Die ätherischen Bestandtheile entstehen durch Gegenwirkung des Alkohols und der Säure des Weines und sind je nach dem Verbindungsverhältnisse, in welchem sich die Säure mit dem Alkohol vereinigt, theils neutraler, theils saurer Natur.

Die Verbindung erfolgt bei der niederen Keller-Temperatur so langsam, dass sie selbst nach zwei Jahren noch nicht immer beendet ist. Da die so gebildeten Aethersäuren einen milderen, schwächer saueren Geschmack als die freien Säuren besitzen, so erklärt sich, dass mit der Entwicklung der Blume auch eine Geschmacksverbesserung, eine Säureabstumpfung eintritt.

Alle Umstände, durch welche eine Zersetzung dieser aldehyd- oder ätherartigen Riechstoffe zu Stande kommt, sind auf die Blume des Weines und auch auf seinen Geschmack von nachtheiligem Einflusse. Da die Aetherverbindungen durch Alkalien zerlegt werden, so erklärt sich die Verschlechterung des Geschmackes und Geruches beim Wässern manchen Weines mit alkalischen Quell- und Mineralwässern.

Ebenso muss auch die Aufbewahrung des Weines in halbleeren, mit Luft gefüllten Gefässen eine rasche Oxydation nicht blos des Farb- und Gerbstoffes, sondern auch der das Bouquet erzeugenden Verbindungen, der Aldehyde, der Aetherarten und des Alkohols selbst bewirken und so zur Abschwächung des Geschmackes, zur Verminderung oder gar zum gänzlichen Verlust der Blume führen.

Hervorgehoben muss werden, dass all diese Riechstoffe, in concentrirter, chemisch reiner Form aus Wein oder aus anderem Material dargestellt, durchaus keinen angenehmen, sondern oft einen widerlichen Geruch haben, wie dies z. B. von dem in Wein constant vorkommendem Aenanthäther hinlänglich bekannt ist. Erst wenn diese Riechstoffe wässerigem Alkohol beigemischt werden, erhalten sie Wohlgeruch. Der Grund davon ist folgender: Die Luft über einem mit Wein gefüllten Glase riecht. Sie besteht aus einer Atmosphäre, die aus den flüchtigen Bestandtheilen des Weines zusammengesetzt ist. Die flüchtigsten Bestandtheile werden in ihr vorwalten, die schwer flüchtigen dagegen nur in geringer Menge vorhanden sein. Am flüchtigsten ist nun beim Wein der Alkohol, dessen Dampf gleichsam das Lösungsmittel für die bei weit höheren

Temperaturen flüchtigen Riechstoffe des Weines ist. Es enthält demnach die Luft über einem Weinglas die Riechstoffe des Weines in einem zu Wasser und Alkohol noch geringeren Verhältnisse als der Wein selbst und demnach afficirt sie empfänglich unsere Nase. Es ergibt sich daraus die bedeutsame Wechselwirkung zwischen Alkohol und Bouquet, und es erklärt sich, warum hochblumige Weine stets auch alkoholreiche Weine sind.

Nebst den Riech-, Gerb- und Farbstoffen und dem Alkohol ist die Menge von Säure für den Wohlgeschmack des Weines von hohem Belange. Ein richtiges Mischungsverhältniss zwischen Bouquet, Alkohol und Säure im Weine bedingt wesentlich seine Güte. Der saure Geschmack wird hauptsächlich durch saures weinsaures Kali bedingt; doch hat dabei auch jedenfalls die Aepfelsäure, welche namentlich in den Weinen geringerer Jahre reichlicher vertreten ist, ferner die durch Gährung und beim Lagern entstandene Bernsteinsäure, Essigsäure u. s. w. Antheil.

Zwischen den Mengenverhältnissen der Säure und des Alkohols eines Weines lassen sich gewisse Beziehungen aufstellen, die freilich innerhalb ziemlich weiter Grenzen variiren.

Nach Fresenius kann man annehmen, dass bei guten Traubensorten die Säure und der Zucker im Verhältnisse von 1 : 30 stehen; in weniger guten Jahren und bei leichten Traubensorten sinkt es oft auf 1 : 16, ja noch weiter herab. Es lässt sich demnach annehmen, dass im gegohrenen Weine in der Regel mit dem Anwachsen des Alkohols der Säuregehalt zurücktritt. Ein Wein, der über 1% Säure besitzt, ist ungeniessbar; ein Wein, der unter 0·6% Säure enthält, schmeckt in der Regel matt.

Wein-Extract.

Die nicht flüchtigen Bestandtheile des Weines, welche zusammen den sogenannten Wein-Extract darstellen, sind noch lange nicht ausreichend erkannt. Man weiss blos, dass in diesem Wein-Extract Oenanthyn, der Weinfarbstoff, Zucker, Protein-Substanzen, organische und unorganische Salze, Säuren, Glycerin u. s. w. in sehr wechselnder Menge vorkommen. Die Quantität des Extractes ist verschieden je nach der Rebsorte, welche den Wein liefert und hauptsächlich nach dem Vergährungsgrad des Zuckers. Weine, deren Zucker ganz oder nahezu gespalten wurde, zeigen einen Extractgehalt von 1·83 bis 2·48%, und zwar steigert sich die Extractmenge mit dem Alkoholgehalt.

Lagerung des Weines.

Wir haben gesehen, dass der Wein ein sehr complexes Gemisch der verschiedenartigsten Stoffe ist. Durch den Zutritt von Sauerstoff oder durch niederere Organismen werden seine Bestandtheile fortwährend stofflich umgeformt. Werden auch Luft und Organismen sorgfältig abgehalten, so wirken doch die chemischen Anziehungskräfte der verschiedenen Weinbestandtheile unausgesetzt aufeinander; Umsetzungen erfolgen darin stetig, und so muss dann der lagernde Wein ununterbrochen Veränderungen aufweisen.

Diese Veränderungen kommen anfänglich der vollkommenen Ausbildung, dem Geschmacke und der Blume des Weines zu statten, und der Wein verbessert sich bei zunehmendem Alter bis zu einem gewissen Grade von selbst und zwar namentlich aus folgenden Gründen:

1. Sofern der Wein noch Zucker enthält, findet meist beim Lagern eine langsame Nachgährung statt, wodurch sich sein Alkoholgehalt vermehrt.

2. Entwickeln sich beim Lagern der Weine mehr und mehr die Aetherarten, welche denselben das Aroma verleihen.

3. Vermindert sich der Säuregehalt des Weines durch die Ausscheidung von Weinstein.

4. Gewinnt der Wein durch Ablagerung von Hefe an Klarheit und Reinheit des Geschmacks.

Immerhin hat aber die Veredlung der Weine durch das Alter eine Grenze, über welche hinaus er an Wohlgeschmack und Werth verliert.

Der Wein wird in Folge langjähriger Aufbewahrung altersmatt. Menschliche Kunst und Aufmerksamkeit kann ihn aber vor frühzeitiger Verderbniss bewahren.

Klären, Schönen des Weines.

Nebst jenen zahlreichen Krankheiten, welche wie das Kahmig-, Lang-, Sauer-, Bitterwerden, Schmeer u. s. w. zumeist durch Wirksamkeit gewisser Fermente bedingt werden, gibt es noch mancherlei andere Umstände, welche Verderbniss oder Werthschmälerung des Weines veranlassen.

Es ist schon früher angedeutet worden, dass die meisten Weine von selbst sich zu klären beginnen, sobald die Gährung vollendet ist, indem ein Niederschlag entsteht, der von Zeit zu Zeit abgezogen werden muss, da er sonst durch die eiweissartigen Stoffe, durch die Fermentkörper und die weinsauren Salze, die er enthält, unter Umständen der Güte und Haltbarkeit des Weines Abbruch thun könnte. Diese Abscheidung der trübenden Substanzen aus dem Weine geschieht bei manchen Sorten leicht und vollständig von selbst, bei anderen bedarf sie künstlicher Nachhilfe. Wenn der Most, aus dem der Wein bereitet wird, nur so viel Zucker besitzt, dass letzterer vollständig in Alkohol vergähren kann, wenn er also arm an Extractivstoffen ist, so können sich die unlöslichen Partikelchen leicht ausscheiden, schwer dagegen bei zuckerhaltigen, extractreichen, demnach mehr dickflüssigen Weinsorten. Man schreitet deshalb in letzterem Falle zum Klären und Schönen, indem man zu dem zu klärenden Weine Eiweiss oder reine Leimlösung, am besten Hausenblase, in warmem Wasser aufgelöst, zusetzt.

Die Wirkung der Leimlösung auf die Weine ist von doppelter Art: der Gerbstoff, der im Weine enthalten ist, tritt mit dem Leim in Verbindung und schlägt sich in Form feiner, flockiger Gerinnsel nieder. Bei dieser Ausscheidung reissen die Gerinnsel alle im Weine

schwebenden Theilchen mit sich und bewirken ihre Fällung in kurzer Zeit. Bei gerbstoffreichen Weinen wirkt das Schönen auch geschmackverbessernd und da der Gerbstoff zu den leichter zersetzbaren Weinbestandtheilen gehört, so wird auch die Haltbarkeit solcher Weine durch das Schönen erhöht.

Zum Klären werden weiter verschiedene Erdarten benützt. In England und Spanien verwendet man zum Schönen eine Erde, die mit dem Namen Yesogris bezeichnet wird. Die Resultate sollen auffallend gut sein.

Diese spanische Erde unterscheidet sich von dem auch bei uns in letzter Zeit zum Schönen angewandten geschlämmten Caolin dadurch, dass sie, in Folge ihres Gehaltes an löslicher Thonerde, mehr davon an den Wein abgibt.

In Frankreich benutzt man schon seit langer Zeit zum Klären des Weines den gebrannten Gyps. Derselbe wird oft schon dem Most beigemischt und hat bei rothen Weinen die Eigenschaft, die Farbe derselben zu erhöhen.

Schwefeln des Weines.

Ein sehr allgemein gebräuchliches Mittel zur Hintanhaltung der Weinkrankheiten ist das sogenannte Schwefeln. Alles, was Gewinnsucht, Unverstand, Fahrlässigkeit, Unreinlichkeit in der Kellerwirthschaft verdirbt, soll durch das Schwefeln wieder gut gemacht werden. In der That konnte die Praxis nicht leicht ein wirksameres Mittel auffinden, um Wein, der am Zapfen läuft oder in nicht vollgefüllten Gefässen lagert oder zur wärmeren Jahreszeit in weitere Entfernungen versendet werden soll, vor nachtheiligen Veränderungen zu schützen.

In der Regel ist dem Kellermann der Zusammenhang des Schwefelns mit der Wirkung desselben gänzlich unbekannt, er weiss nicht, was durch das Schwefeln geschieht; nur eine vielfältige Erfahrung hat ihn gelehrt, dass das Schwefeln, ohne die Qualität des Weines wesentlich zu ändern, vor Weinkrankheiten schützt, ja selbst krank gewordene Weine wieder genussfähig macht.

Durch das Verbrennen des auf Leinwandlappen eingeschmolzenen Schwefels in einem lose verschlossenen Fasse wird schweflige Säure erzeugt und von den feuchten Wandungen des Fasses absorbirt. Schweflige Säure, ein Gift für die verschiedenen Fermentkeime, verhindert das Entstehen dem Weine nachtheiliger Gährungsprocesse und als eine den Sauerstoff bindende Substanz erschwert sie diejenigen Oxydationsvorgänge, welche einzelnen Weinbestandtheilen, insbesondere den Bouquet gebenden, nachtheilig sein könnten. Die aus der schwefligen Säure gebildete Schwefelsäure vereinigt sich mit dem in jedem Wein enthaltenen Kalk und wird als Gyps, der in weingeisthaltigen Flüssigkeiten nur sehr wenig löslich ist, ausgeschieden. Dagegen aber werden die an den Kalk gebunden gewesenen Säuren frei und bedingen dadurch so lange einen mehr sauren Geschmack, bis sie sich mit den Alkoholen des Weines zu Aethersäuren verbunden haben.

Gallisirte, chaptalisirte, petiotisirte Weine.

Aus diesen Erörterungen ersieht man, dass es vielfache, mitunter recht ausreichende Mittel zur Hintanhaltung und Bekämpfung solcher Weinkrankheiten gibt, welche während der Gährung oder Lagerung desselben entstehen. Man sucht aber auch etwaige Fehler und Mängel des Rohproductes, der Traube und des Traubensaftes zu beheben und zu paralysiren, um aus den schlechten Qualitäten ungünstiger Weinerntejahre ein verhältnissmässig gutes Product zu gewinnen.

So sucht man in dem Fall, als der Most einen zu grossen Säuregehalt aufweist, den Wein zu entsäuern.

Zur Erreichung dieses Zweckes hat Liebig neutrales weinsteinsaures Kali vorgeschlagen. Er meinte, es bilde dieses mit der Weinsäure des Weines Weinstein, der sich abscheidet. Die Erfahrung hat dieses Verfahren bei vorsichtiger Anwendung als ein bewährtes hingestellt. Werden auch hiebei die andern freien Säuren, namentlich die Aepfelsäure nicht abgeschieden, sondern nur gebunden, so scheidet sich doch eine, ihrer Menge aequivalente Quantität Weinstein aus, so dass auch eine Entsäuerung stattfinden würde, wenn sie allein im Weine vorhanden wären.

Für die Abstumpfung eines Theiles der freien Säure im Weine wird auch kohlensaurer Kalk, Kalkhydrat und Zuckerkalk verwendet. Die früher zur Säureabstumpfung öfters angewendete giftige Bleiglätte dürfte jetzt wohl kaum noch zu diesem Zwecke Verwendung finden.

Ein zuckerarmer Most, der an und für sich einen alkoholarmen, stark sauren, bouquetlosen Wein liefern würde, wird durch Entziehung des Säureüberschusses (mittelst Marmor) und durch Zusatz von Stärkezucker oder mittelst Zusatz entsprechender Mengen von Rohrzucker und richtiger Verdünnung mit Wasser nach beendeter Gährung zu einem gut mundenden Wein umgewandelt. Erstere Methode nennt man Chaptalisiren, letztere Gallisiren.

Das sogenannte Petiotisiren ist eine Methode, die Ausbeute an Wein ergiebiger zu machen. Man lässt nämlich hiebei die Trestern nochmals mit Zuckerwasser gähren, da man von der Thatsache ausgeht, dass der nach dem gewöhnlichen Verfahren dargestellte Wein nicht alles in sich aufgenommen hat, was die Traube an färbenden, aromatischen und extractiven Substanzen enthält und dass daher in dem Pressrückstande noch hinlänglich davon enthalten ist, um einer Zuckerlösung nach ihrer Gährung den Geruch und Geschmack und die übrigen Eigenschaften des Weines zu geben.

Die Frage, ob man einen Naturmost mittelst der aufgezählten Methoden verändern darf oder nicht, ist von grosser Wichtigkeit. Es wird niemals gelingen, reinen, edlen Rauhenthaler oder einen Johannisberger aus schlechten Trauben künstlich zu machen. Anders stellt sich diese Frage für schlechte Jahre und fällt dieselbe zusammen mit der ferneren, ob man über-

haupt Kunstwein, d. h. Getränke durch Vermischen von Wasser mit Weingeist, Zucker, Weinstein, Aetherarten, riechenden Essenzen u. s. w. herstellen darf. Die Antwort hierauf möchte „Ja" lauten, wenn auch nur bedingungsweise*).

Wenn die Natur, wie dies unter dem 50. Breitegrad so häufig der Fall, den nöthigen Sonnenschein und damit der Rebe die hinlängliche Zuckermenge, dem Weine den zum Wohlgeschmack nothwendigen Geist versagt, ist es zu verhindern, dass der Kellermann den fehlenden Zucker durch Zusatz eines solchen zum Most ersetzt und so aus einem geradezu ungeniessbaren Wein einen wohlschmeckenden erzeugt? Solches Gebahren unerlaubt zu erklären, würde heissen, es sei unzulässig, die Nachtheile des Klimas auf andere Weise auszugleichen, einen Mangel der Natur durch Kunst auszufüllen. Verpönt man das Gallisiren und Chaptalisiren, dann wäre ebenso gut jedes Streben, Bildungsfehler der Natur zu beheben, unzulässig.

Dass durch die genannten Methoden die Güte des Weines unter den erwähnten Verhältnissen gehoben werden kann, ist unstreitig. Schon die Art und Weise, wie Petiot zum Vorschlag der nach ihm benannten Weinerzeugung kam, beweist das. Bekanntlich überlässt man in Burgund die Trester dem Gesinde, welches daraus nach Wasserzusatz einen leichten Wein bereitet. Als einstmals diesen Trestern etwas Zucker beigesetzt wurde, erhielt man ein vortreffliches Getränk. Dieser Umstand wiederholte sich in den darauf folgenden Jahren, ja es trat sogar die Sonderbarkeit ein, dass in schlechten Jahren der Gesindewein entschieden besser war, als der Wein der Herrschaft.

Wie soll demnach die Hygiene und die Sanitätspolizei diesen Methoden der Weinverbesserung, der Weinvermehrung und der Weinfabrication gegenüber sich verhalten?

Betreffs dieses Punktes kommt nun in Betracht, dass diese Operationen oft in den heimlichsten Winkeln, bei Nacht, mit dem schlechtesten Materiale, ohne jedes chemische Wissen und ohne jede nothwendige Berechnung ausgeführt werden und die Producte dennoch unter oft hochklingenden Namen als reine Naturweine verkauft werden und nach dem Genusse Unbehaglichkeiten verschiedener Art hervorrufen.

Wer daher Kunstweine herstellen will, soll es offen und ehrlich sagen, sie für nichts anderes ausgeben, als was sie sind; er soll sich die nöthigen chemischen Kenntnisse aneignen und zur Darstellung die reinsten Materialien in der richtigen Quantität benutzen. Vielleicht kommt es dann, dass sich der Geschmack der Consumenten ebenso an diese Erzeugnisse gewöhnt, wie z. B. an den Champagner, der ja immer ein Kunstproduct ist**).

---

*) Gesetz l. c., 142.
**) Gesetz l. c., 143.

Man könnte demnach verlangen:

1. Dass der Name „Wein" schlechthin nur einem Getränke gegeben werden darf, welches ohne jeden Zusatz aus Traubensaft durch alkoholische Gährung bereitet worden ist.

2. Dass der Name „Wein" schlechthin nicht gebraucht werden darf, wenn dem Traubensafte oder durch alkoholische Gährung aus demselben bereiteten Weinen irgend ein Zusatz gegeben worden ist; dass jedoch die Darstellung von Wein durch Zusätze von Bestandtheilen, welche im Traubensafte enthalten sind, oder durch theilweise Entziehung solcher Bestandtheile, z. B. nach Methoden, welche Chaptalisiren, Gallisiren, Petiotisiren genannt werden, erlaubt ist, jedoch nur unter der Bedingung, dass ein so bereiteter Wein beim Verkaufe mit einem unterscheidenden Namen belegt wird, welcher das Verfahren, nach welchem er bereitet worden ist, klar erkennen lässt.

Diese Forderung rechtfertigt folgende Betrachtung: Zucker, Wasser und Säure machen keineswegs allein den Most aus. Alle seine anderen Bestandtheile werden aber beim Gallisiren ebensowenig, als beim Petiotisiren berücksichtigt. Namentlich werden auch die Extractivstoffe des Mostes, die gewiss von grosser Wichtigkeit sind, durch den bedeutenden Wasserzusatz ausserordentlich verdünnt und durch die schlechten, unvergährbaren Stoffe des Traubenzuckers oder anderer Zuckersorten ersetzt. Häufig wird sowohl zum Gallisiren als zum Petiotisiren Stärkezucker angewandt und wird derselbe zu diesem Zwecke in zahlreichen Fabriken in grossem Maassstabe aus Stärke mit Säure dargestellt. Der so erhaltene Zucker ist aber keineswegs rein und hat den grossen Nachtheil, dass er durch Krystallisation nicht wie der Rohrzucker leicht, sondern nur sehr schwierig gereinigt werden kann. Er enthält deshalb eine grosse Reihe von Unreinigkeiten (Zwischengliedern zwischen Stärke und Zucker) die zum Theil (bis 40%) unvergährbar sind.

Nach Versuchen von Schmidt und Neubauer fanden sich in der vergohrenen unfiltrirten Lösung des gemeinen Stärkezucker syrupartige Bestandtheile von wahrhaft ekelerregendem Geschmack, die natürlich alle in den Wein übergehen. Ausserdem muss auch hier, wie schon beim Bier erwähnt wurde, auf einen möglichen Arsengehalt hingewiesen werden.

Es ist dieses ein Nachtheil, der den Stärkezucker, so lange er nicht seitens der Fabrikanten reiner geliefert wird, bei der Anwendung zur Weinbereitung als mehr oder weniger bedenklich erscheinen lässt, und wird diese Ansicht um so mehr bestätigt, als neuerdings Schmitz durch Versuche, die er mit gallisirten Weinen an Menschen und an Hunden vornahm, zu dem Resultat gekommen ist, dass diese gallisirten Weine wegen ihres Gehaltes an unvergährbaren Bestandtheilen des Kartoffelzuckers ähnlich dem Fuselöl des Kartoffelbranntweins stark betäubend wirken.

Der Rohrzucker verhält sich in dieser Beziehung wesentlich anders als der käufliche Traubenzucker und unterscheidet sich bei seinem verhältnissmässig hohen Grad von Reinheit in Betreff seiner

Vergährungsfähigkeit kaum von dem in dem Traubenmost enthaltenen Zucker.

Aus alldem ergibt sich, dass man gallisirte, petiotisirte oder gar völlig künstlich hergestellte Weine nicht als gleichartig mit Naturwein bezeichnen kann, und dies um so weniger, als noch weiter zu berücksichtigen kommt, dass auch die überaus wichtigen Mineralbestandtheile, die Phosphorsäure, die Kalisalze in den Kunstweinen gegen den Naturwein bedeutend zurücktreten. Es muss daher ein Unterschied zwischen Wein und Kunstwein gemacht werden; der Consument soll wissen, was er geniesst und in der Lage sein, sich nach Wunsch einen Naturwein zu beschaffen. Gilt dieses aber für Gesunde, wie viel mehr für Kranke, die im Genusse des Weines oft eine bessere Medicin haben, als in langen Arzneicuren*).

Aromatisiren, Conserviren und Färben der Weine.

In hygienischer Beziehung interessiren uns mehrfache Manipulationen, welche die Weinhändler in verschiedener Absicht, meist aber, um das Publicum über die wahre Natur des Weines zu täuschen, mit geringeren Sorten natürlicher Weine vornehmen.

So dienen nicht selten Weinsorten, die einen mässigen Marktwerth haben, als Grundlage zur Darstellung eines Getränkes, das als eine sehr gesuchte, kostbare Weinsorte verkauft wird. Diese Fabrication sogenannter „imitirter" Weine ist ziemlich ausgebreitet.

In dieser Art werden aus gewöhnlichen französischen Weinen die verschiedenartigsten, theuersten, spanischen Weine nachgeahmt. Zu Madeira und Marsala nimmt man Picardan, zu Malaga und Lisbonne süssen Clairet, verdünnt sie] mit Wasser, setzt Weingeist und kleine Mengen färbender und aromatischer Substanzen zu, z. B. für Madeira, Xeres geröstete bittere Mandeln, für Porto eine Tinctur aus grünen Wallnussschalen, für Malaga sogar eine spirituöse Lösung von Schiffspech.

Manchmal wird der Schwefel beim Schwefeln mit Gewürznelkenpulver, Ingwer, Zimmt, Thymian, Veilchen oder Lavendel und dergleichen vermengt, wobei die beim Verdampfen sich verflüchtigenden ätherischen Oele dieser Zusätze an den inneren Fasswandungen sich niederschlagen und den einzufüllenden Wein aromatisiren.

Weiter sei hervorgehoben, dass man häufig, wenn der Wein auf Flaschen gezogen wird, Flasche für Flasche mit einem in das Innere derselben versenkten brennenden Schwefelfaden zu schwefeln pflegt. Es ist klar, dass durch die Anwendung dieses Mittels die falsche Flaschenreife viel früher erreicht werden kann, als die wirkliche, welche letztere nur nach langer Zeit, nach vollständig durchgeführter, regelrechter Gährung eintritt. Es liegt die Erfahrung vor, dass der Genuss eines solchen Getränkes, abgesehen vom Verluste des Aromas und feinen Geschmackes, hartnäckige

*) Gesetz l. c., 145.

Kopfschmerzen und bei einigermassen sehwäehliehen Personen selbst asthmatische Erscheinungen verursachen kann, da die schweflige Säure, selbst im verdünnten Zustande rasch vom Blute aufgenommen wird und die erwähnten Symptome veranlasst.

Man hat bis jetzt der schwefligen Säure im Weine vom gesundheitspolizeilichen Standpunkte zu wenig Gewicht beigelegt, hauptsäehlieh aus zwei Gründen: Erstens daehte man sieh diese Verbindung viel zu wenig stabil und glaubte, dass dieselbe durch Aufnahme von Sauerstoff rasch in die bei soleher Veränderung ungefährliche Sehwefelsäure verwandelt würde, und zweitens man unterschätzte die grosse Verbreitung dieses beliebten Conservirungsmittels. Neuere Erfahrungen haben nun gelehrt, dass eine geringe Stabilität der sehwefligen Säure nicht in allen Fällen angenommen werden kann. Gesehwefelte, auf Flaschen gezogene Weissweine zeigten oft nach einem Decennium immer noeh bedenkliche Mengen von freier sehwefliger Säure. In Fässern aufbewahrt, verliert der gesehwefelte Wein früher seinen Gehalt an sehwefliger Säure.

Aueh setzt man behufs Conservirung des Weines hie und da Salicylsäure zu, öfter findet aus ähnlichen Absiehten, wie dies beim Bier erörtert wurde, Glyeerinzugabe statt.

Nieht selten werden missfarbig gewordene Rothweine mit verschiedenen Farbpigmenten versetzt, auch werden Weissweine häufig roth gefärbt. Man benützt hiezu theils Pflanzenfarben, theils Theerfarben, auch Carmin und gebrannten Zueker.

Werden diese Vorgänge dem Käufer nicht ausdrücklieh mitgetheilt, so ist das Publieum Täusehungen ausgesetzt, denn der Consument wird zu dem Glauben verleitet, dass er etwas anderes vor sieh habe, als er wirklich kaufen wollte, er wird getäuscht, und eine solehe Täusehung ist um so nachtheiliger, wenn von der stärkenden, heilkräftigen Wirkung der natürlichen Rothweine besondere Vortheile erwartet werden, wie dieses sehr häufig der Fall ist, wenn dieselben Kindern, Greisen oder Reconvaleseenten verordnet werden.

Einzelne der obigen Manipulationen müssen sogar geradezu als gesundheitsgefährlieh bezeiehnet werden, so das Färben der Weine, wenn die dazu verwendeten Farben, z. B. Fuehsin, einen Gehalt an Arsen oder andere giftige Beimisehungen besitzen. Die meisten Ansichten einigen sich gegenwärtig dahin, dass aueh ein arsenfreies Fuchsin als Zusatz zum Wein oder anderen Esswaaren schädlieh sei. Man weist darauf hin, dass Fuehsin, wenn nicht Arsen, so doch häufig andere toxisehe Stoffe enthalte und im Handel fast nie rein vorkomme. Aueh die Zusätze von Salieylsäure sind gesundheitlich nicht zu billigen. Da man die Tragweite der Einwirkung dieses für den Organismus durehaus nieht indifferenten Körpers bei dauerndem Genuss noch nieht hinreiehend kennt. Bezüglich des Zusatzes von Glycerin gilt dasselbe, was diesbezüglieh beim Biere gesagt wurde.

Untersuchung des Weines.

Wie beim Bier wird auch beim Wein die Untersuchung eine verschiedene Richtung einzuschlagen haben; bald wird es sich nur um den Gehalt des Weines an den ihm eigenthümlich zukommenden Bestandtheilen, bald um Aufschluss über etwaige künstliche Zuthaten oder unzulässige Vorgänge bei der Weinerzeugung handeln.

Unter Gehalt des Weines versteht man alle jene Bestandtheile, die auf Ansehen, Haltbarkeit und Geschmack des Weines entschiedenen Einfluss haben. Wir haben uns vergegenwärtigt, dass zwischen den ehemisch bestimmbaren und wägbaren Bestandtheilen des Weines einige Beziehungen bestehen, welche gewisse Grenzen nie überschreiten und in einem bestimmten Wechselverhältnisse zu den einzelnen Weinsorten stehen. Insbesondere ist der Alkoholgehalt, die Gesammtmenge der nicht flüchtigen Bestandtheile, welche innerhalb engerer und der Säuregehalt, welcher innerhalb etwas weiterer Grenzen in einer uns bekannten, durch Ziffern ausdrückbaren Abhängigkeit zu einander stehen. Die Bestimmung dieser Substanzen, des Alkohols, des Trockenrückstandes, des Säuregehaltes und unter Umständen des Zuckers wird demnach in vielen Fällen für die Frage der Echtheit des Weines verwerthbare Aufschlüsse geben können.

Von den vielen in dieser Beziehung in Vorschlag gebrachten Methoden sind für hygienische Zwecke insbesondere solche empfehlenswerth, welche sich rasch, mit möglichst wenig Behelfen ausführen lassen und bei einiger Uebung hinlänglich genaue Resultate liefern.

Bestimmung der Alkohol- und Extractmenge.

Die Bestimmung des Alkoholgehaltes und der Menge des Trockenrückstandes kann zweckmässiger Weise durch ein und dieselbe Operation vorgenommen werden. Nebst Wasser sind die beiden Hauptbestandtheile des Weines Alkohol und nicht flüssige Substanzen. Jenes vermindert, diese vermehren die Dichte des Wassers. Wenn das specifische Gewicht des Weines und der wässerigen Lösung Eines seiner Bestandtheile bekannt ist, so lässt sich das specifische Gewicht des zweiten Hauptbestandtheiles berechnen.

Man braucht nur zur Dichte des Wassers = 1, das specifische Gewicht des Weines zu addiren und von dieser Summe das bekannte specifische Gewicht der wässerigen Lösung eines der beiden Hauptbestandtheile abzuziehen, so erhält man durch den Unterschied die Dichte der wässerigen Lösung des zweiten Bestandtheiles. Nun lässt sich die wässerige Lösung je eines oder beider Hauptbestandtheile des Weines leicht herstellen.

Entweder wird eine abgemessene Menge Weines in einem gut schliessenden Apparate so lange im Sieden erhalten, bis das Destillat sämmtlichen Alkohol und der Rückstand alle nicht flüchtigen Theile enthält, hierauf beiderseits durch Zusatz von Wasser das ursprüngliche

Weinvolum hergestellt und so die wässerige Lösung beider Hauptbestandtheile gewonnen, oder, was weit bequemer ist, es wird eine abgemessene Menge Wein in offener Schale bis zur Verjagung sämmtlichen Alkohols gekocht, die zurückbleibende Flüssigkeit bis zum ursprünglichen Volumen des Weines verdünnt. Im letzteren Falle gibt die aräometrische Messung mittelst des Piknometers direct das specifische Gewicht der wässerigen Lösung der festen Bestandtheile und durch Berechnung, nämlich durch Subtraction dieses specifischen Gewichtes von dem um 1 vermehrten specifischen Gewichte des ungekochten Weines lässt sich die Dichte der wässerigen Alkohollösung finden.

Aus den Dichten der Lösungen lässt sich die ihnen entsprechende Menge der Bestandtheile leicht ermitteln. Für die Mischungen aus Wasser und Weingeist findet man mittelst der nachfolgenden Tabelle die Menge von Alkohol, die dem specifischen Gewichte entspricht.

Um aus dem specifischen Gewichte der vom Alkohol befreiten wässerigen Lösung die Extractmenge zu finden, benützt man Hager's Tabelle. Natürlich muss die aräometrische Messung stets bei Temperaturen vorgenommen werden, für welche die Angaben des Aräometers gelten, oder es muss eine Correctur angebracht werden und zwar muss für jeden Grad Celsius, der über 15° liegt, das specifische Gewicht um $^{25}/_{100000}$ grösser und für jeden Grad, der unter 15° liegt, um denselben Bruchtheil geringer genommen werden.

Specifisches Gewicht, Volumprocente und Gewichtsprocente an Alkohol.

Volumprocente nach Tralles	Gewichtsprocente	Specifisches Gewicht	Volumprocente nach Tralles	Gewichtsprocente	Specifisches Gewicht	Volumprocente nach Tralles	Gewichtsprocente	Specifisches Gewicht
0	0	1·0000	22	17·95	40	44	36·99	52
1	0·80	0·9985	23	18·78	29	45	37·60	35
2	1·60	70	24	19·62	19	46	38·82	17
3	2·40	56	25	20·46	09	47	39·74	399
4	3·20	42	26	21·30	698	48	40·96	81
5	4·00	28	27	22·14	88	49	41·59	62
6	4 81	15	28	22·99	77	50	42·52	43
7	5·62	02	29	23·84	66	51	43·47	23
8	6·43	890	30	24·69	55	52	44·42	03
9	7·24	78	31	25·55	43	53	45·36	283
10	8·05	66	32	26·41	31	54	46·32	62
11	8·87	54	33	27·27	0·9618	55	47·29	42
12	6·89	44	34	28·13	05	56	48·26	21
13	10·51	32	35	28·99	592	57	49·23	00
14	11·33	21	36	29·86	79	58	50·21	178
15	12·15	11	37	30·74	65	59	51·20	56
16	12·98	00	38	31·62	50	60	52·20	34
17	13 80	790	39	32·50	35	61	53·20	12
18	14·63	80	40	33·39	19	62	54·21	090
19	15·46	70	41	34·28	03	63	55·21	67
20	16·28	60	42	35·18	487	64	56·22	44
21	17·11	50	43	36·08	70	65	57·24	21

Volumprocente nach Tralles	Gewichts-procente	Specifisches Gewicht	Volumprocente nach Tralles	Gewichts-procente	Specifisches Gewicht	Volumprocente nach Tralles	Gewichts-procente	Specifisches Gewicht
66	58·27	0·8997	78	71·31	693	90	85·75	40
67	59·32	73	79	72·45	64	91	87·09	06
68	60·38	49	80	73·59	39	92	88·37	272
69	61·42	20	81	74·74	11	93	89·71	37
70	62·50	905	82	75·91	583	94	91·07	01
71	63·58	875	83	77·09	55	95	92·46	164
72	64·66	50	84	78·29	26	96	93·89	25
73	65·74	24	85	79·50	496	97	95·31	084
74	66·83	799	86	80·71	66	98	96·84	41
75	67·93	73	87	81·94	36	99	98·39	7995
76	69·05	47	88	83·19	05	100	100·00	0·7946
77	70·18	20	89	84·46	373			

Hager's Tabelle über den Gehalt wässeriger Wein-Extract-Lösungen.

Temperatur 15⁰ Celsius.

Procent Extractgehalt	Specifische Gewichte	Procent Extractgehalt	Specifische Gewichte
0·50	1·0022	7·50	1·0343
0·75	1·0034	7·75	1·0355
1·00	1·0046	8·00	1·0367
1·25	1·0057	8·25	1·0378
1·50	1·0068	8·50	1·0390
1·75	1·0079	8·75	1·0402
2·00	1·0091	9·00	1·0414
2·25	1·0102	9·25	1·0426
2·50	1·0114	9·50	1·0437
2·75	1·0125	9·75	1·0449
3·00	1·0137	10·00	1·0461
3·25	1·0140	10·25	1·0473
3·50	1·0160	10·50	1·0485
3·75	1·0171	10·75	1·0496
4·00	1·0184	11·00	1·0508
4·25	1·0195	11·25	1·0520
4·50	1·0205	11·50	1·0532
4·75	1·0216	11·75	1·0544
5·00	1·0228	12·00	1·0555
5·25	1·0230	12·25	1·0567
5·50	1·0251	12·50	1·0579
5·75	1·0263	12·75	1·0591
6·00	1·0274	13·00	1·0603
6·25	1·0286	13·25	1·0614
6·50	1·0298	13·50	1·0626
6·75	1·0309	13·75	1·0638
7·00	1·0321	14·00	1·0651
7·25	1·0332	14·25	1·0663

Dieses Verfahren verlangt nur eine Spindel, deren Scala die 3. Decimale des specifischen Gewichts von 0·980 bis 1·015 noch sehr genau ablesen lässt. Es liefert, so lange es sich nicht um sehr zuckerreiche Weine handelt, vollkommen hinlänglich genaue Resultate.

Verfälschungen des Weines durch Wasserzusatz allein, oder Zusatz von Alkohol zu mit Wasser verdünntem Wein (Verfälschungen, die häufig sind) lassen sich auf diese Weise mit grosser Sicherheit nachweisen, besonders wenn man auch noch den Säuregehalt bestimmt hat und genau die Relation kennt, welche jene Weinsorte, für welche der zur Untersuchung gelangte Wein ausgegeben wird, an Extract, Alkohol und Säure im Durchschnitt aufweist.

Tabellen über eine grosse Reihe echter Weine sind bereits gesammelt und liefern die nothwendigen Anhaltungspunkte, in welchem Verhältnisse die einzelnen Weinbestandtheile in den verschiedenen Weinsorten vorkommen.

Die Untersuchung des Weines auf Extract und Alkohol kann ferner in derselben Weise vorgenommen werden, wie dies bei der Bieruntersuchung besprochen wurde, nämlich sowohl mittelst des halymetrischen Verfahrens (Seite 488) als auch durch directe Wägung des durch Abdampfen aus einer gewogenen Probe gewonnenen Extractes.

Bestimmung des Säuregehaltes.

Der Säuregehalt wird am besten durch Titriren einer gemessenen Weinmenge mit einer Alkalilösung von bestimmtem Gehalt ermittelt. Zu bemerken ist, dass der Farbstoff des Weines die Beobachtung der Farbenänderung der Lakmustinctur sehr erschwert, weshalb man sich anstatt der Lakmustinctur des Curcumapapiers oder der Campechetinctur als Indicator bedient. 2 bis 3 Tropfen dieser Tinctur ändern die Färbung des Weines fast nicht; letztere schlägt durch den geringsten Ueberschuss Akali in das schwach Tintenfarbene um.

Zuckerbestimmung.

Die Bestimmung des noch unzersetzten Zuckers eines Weines lässt sich, vorausgesetzt, dass der Wein ein echter ist, leicht mittelst der Fehling'schen Methode vornehmen.

Hiezu bedarf man der sogenannten Fehling'schen Lösung, welche man durch Auflösen von 34·64 Gramm chemisch reinem schwefelsauren Kupferoxyd, 173 Gramm weinsaurem Natronkali, 480 Cubik-Centim. Natronlauge vom specifischen Gewicht 1·14 in soviel destillirtem Wasser, dass das Gemisch genau einen Liter ausfüllt, bereitet. Eine solche Lösung wird genau durch 50 Milligramm Traubenzucker zu rothem Kupferoxydul reducirt; die beendete Reduction charakterisirt sich dadurch, dass die ursprünglich blaue Flüssigkeit vollkommen farblos wird, da das blaufärbende Kupfersalz, sobald 50 Milligramm Traubenzucker in der Kochhitze auf dasselbe eingewirkt haben, in einen unlöslichen rothen Körper, Kupferoxyd, vollkommen umgewandelt wird, der sich als Niederschlag aus der Flüssigkeit absetzt.

Bei der Ausführung des Verfahrens bringt man 10 Cubik-Centimeter der Kupferlösung in ein Kölbchen, das man erhitzt. Man lässt aus einer Bürette den Wein so lange zufliessen, bis die blaue Farbe der Flüssigkeit gerade verschwindet. Dann wird die Anzahl der verbrauchten Cubik-Centimeter Wein abgelesen und daraus der Zuckergehalt berechnet. Hat man z. B. 35 Cubik-Centimeter Wein zur Reduction der 10 Cubik-Centimeter Fehling-Lösung gebraucht, so ergibt sich: $35 : 50 = 100 : x$, $x = 142$.

Der Wein enthält demnach in 100 Cubik-Centimeter 142 Milligramm Zucker oder $0{\cdot}142\%$.

Untersuchung gallisirter Weine.

Ob ein Wein mit Kartoffelzucker gallisirt wurde, erkennt man nach Neubauer am besten durch Prüfung des optischen Verhaltens des Weines im Polarisationsapparat.

Der Zucker der Trauben besteht nämlich aus einer Mischung von Dextrose (rechts drehendem Zucker) und Laevulose (links drehendem Zucker), die ungefähr zu gleichen Theilen darin vertreten sind. Da die Laevulose ein viel stärkeres Drehungsvermögen nach links besitzt, als die Dextrose nach rechts, so resultirt für sämmtlichen Most eine Linksdrehung von 5 bis 8^0. Bei den vergohrenen Weinen, wo die ursprünglich betragende Zuckermenge fast ganz vergohren ist, beträgt das Drehungsvermögen in den meisten Fällen 0^0, bei feinen Ausleseweinen, die noch unvergohrenen Zucker enthalten, bleibt eine Linksdrehung bestehen; bei anderen kann eine Rechtsdrehung von $0{\cdot}1$ bis $0{\cdot}2^0$ bestehen, die von der Weinsäure, oder andern noch unbekannten Körpern herrührt. Concentrirt man solche Weine auf das Sechs- bis Achtfache und untersucht die nach dem Herauskrystallisiren des Weinsteins etc. entfärbte Lösung in einer 220 Millimeter langen Polarisations-Röhre, so zeigt sich bei allen reinen Weinen, selbst den reinsten, eine schwache, zwischen $0{\cdot}4$ und 2^0 schwankende Rechtsdrehung.

Wurde aber der Wein mittelst Kartoffelzucker gallisirt, so wird sich dieses durch eine stärkere Rechtsdrehung des Weines erkennen lassen. Der käufliche Kartoffelzucker enthält nämlich ein mit dem Namen „Amylin" bezeichnetes Gemisch verschiedener Stoffe, welche unvergährbar sind, die Polarisationsebene nach rechts drehen, in Alkohol grösstentheils löslich und aus dieser Lösung durch eine genügende Menge fällbar sind.

Um die optische Prüfung vorzunehmen, fällt man nach Neubauer den zu untersuchenden Wein je nach der Stärke der Färbung in eine 100 oder 200 Millimeter lange Röhre und prüft, ob eine Rechtsdrehung stattfindet oder nicht. Fällt dieselbe zu gering aus, um jeden Zweifel zu beseitigen, so concentrirt man je nach dem Ausfall der ersten Prüfung 500, 400 oder 200 des Weines auf 25 Cubik-Centimeter, behandelt in der Hitze mit reiner ausgezogener Thierkohle, lässt erkalten, filtrirt, verdünnt auf 50 Cubik-Centimeter und untersucht das so entfärbte, klare Filtrat in einer 200 Millimeter langen Polarisationsröhre.

Zeigt nun der Wein eine Drehung von über 1° nach rechts, so ist ein Kartoffelzuckerzusatz ohne weitere Prüfung als bewiesen anzunehmen, zeigt der Wein keine oder höchstens eine Drehung von 0·1 bis 0·3° nach rechts, so ist er als rein zu betrachten; beträgt aber die Drehung 0·5 bis 0·6° nach rechts, so ist zur Erlangung entscheidender Resultate noch ein besonderes Verfahren einzuschlagen.

Man dampft zu diesem Zwecke 250 bis 360 Cubik-Centimeter bis zum Herauskrystallisiren der Salze ein. Sodann verdünnt man, nach Zusatz einer genügenden Menge reiner Thierkohle, auf 50 Cubik-Centimeter und filtrirt. Das in den meisten Fällen nur schwach gelb gefärbte Filtrat zeigt jetzt fast bei allen Weinen schwache Rechtsdrehung. Nun verdunstet man diese 50 Cubik-Centimeter im Wasserbade zur Syrupconsistenz, versetzt unter Umrühren mit Alkohol von 90%, lässt absitzen und filtrirt.

Der hiebei bleibende zähe und klebrige Niederschlag wird mit Wasser übergossen und in der Kälte gelöst. Erfolgt die Lösung unter Zurücklassung mineralischer Stoffe, so fügt man etwas Thierkohle zu und filtrirt. Das Volumen richtet man nach der Länge der Untersuchungsröhren ein. Eine Röhre von 220 Millimeter fasst z. B. 29 Cubik-Centimeter; man verdünnt hiebei das Filtrat auf 30 Cubik-Centimeter. Bei allen reinen Naturweinen wird der rechtsdrehende Körper sich hier befinden und beträgt meist 0·5 bis 1·8° rechts.

Das Filtrat wird im Wasserbade auf ein Viertel eingedunstet und dann in einem Kölbchen unter starkem Schütteln mit Aether versetzt. Es scheidet sich unter dem Aether eine dicke, wässerige Lösung ab, die bei Kartoffelzuckerweinen das in Alkohol lösliche Amylin enthält. Hat sich der Aether geklärt, so giesst man ihn ab. Die wässerige Lösung verdünnt man mit Wasser, erwärmt sie auf dem Wasserbade zur Verjagung des Aethers, entfärbt sie mit Thierkohle, filtrirt und verdünnt sie auf das für die Röhre nöthige Volumen.

Bei reinen Weinen dreht diese Aetherfällung = 0 oder höchstens + 0·2—0·5°, bei gallisirten Weinen = + 2° und darüber (5—9°).

Untersuchung auf Obstwein.

In obstreichen Jahren wird der Traubenmost häufig mit Aepfel- oder Birnenmost vermischt. Nur wenn eine solche Beimischung in grosser Menge stattfand, lässt sich dieselbe im Weine nachweisen. Obstwein hat nämlich mehr Extract (3·3—3·6%) und Asche (0·36%) als Traubenwein, dagegen weniger Alkohol (höchstens 5·5%). Die Phosphorsäure ist im Weine an Kalk, im Obstweine an Magnesia gebunden und wenn man daher Obstwein mit $^1/_{10}$ Volumen Ammoniak versetzt und das Gemisch 24 Stunden stehen lässt, so findet man an den Wänden des Gefässes kleine Krystalle von phosphorsaurer Magnesia abgesetzt.

Zur Unterscheidung von Obstwein und Traubenwein dient weiter die Thatsache, dass fast alles Kali im Traubenweine als

Weinstein enthalten ist. Bestimmt man daher einerseits die präformirte Weinsteinmenge und führt andererseits alles überhaupt vorhandene Kali in Weinstein über und bestimmt nun dessen Quantität, so darf bei reinem Traubenweine keine erhebliche Differenz zwischen beiden auftreten. Die Prüfung wird nachfolgend vorgenommen: 1. 100 Gramm filtrirten Weines verdunstet man zum Extract, behandelt dasselbe nach dem Erkalten mit einer kalt gesättigten Lösung von Weinstein, sammelt den rückständigen Weinstein auf einem tarirten Filter, trocknet bei 100° und wiegt. 2. Man operirt wie in 1., nur mit dem Unterschiede, dass man dem Weine vorher 1 Gramm doppeltweinsaures Natron zusetzt.

Das erste Gewicht gibt den proexistirenden Weinstein, das zweite sämmtliches im Weine enthaltene Kali.

Untersuchung auf Weinsäure und weinsaure Salze.

Freie Weinsäure ist in Naturweinen so gut wie gar nicht, dagegen häufig im Kunstwein enthalten. Man weist sie nach, indem man den Extract von circa 200 Gramm wiederholt mit Alkohol auswäscht, der die Weinsäure löst, aber nicht den Weinstein des normalen Weines.

Weiter kann freie Weinsäure nach Claus bestimmt werden, indem man den zu prüfenden Wein zu einem dicken Syrup verdampft und mit Aether ausschüttelt. Hinterlässt der Aetherauszug nach dem Verdampfen einen krystallinischen Rückstand, der, in wenig Wasser oder Alkohol gelöst, mit einigen Tropfen einer alkoholischen Lösung von essigsaurem Kali Krystalle von Weinstein ausscheidet, so deutet dies auf freie Weinsäure im Weine. Um ganz sicher zu gehen, wird der Aetherrückstand mit absolutem Alkohol ausgezogen, das alkoholische Filtrat ausgedampft und mit dem Rückstand wie vorhin verfahren.

Zur Bestimmung des Weinsteines werden 10 Cubik-Centimeter Wein in einem Kolben mit 50 Cubik-Centimeter einer Mischung von gleichem Volumen Alkohol und Aether versetzt und 24 Stunden stehen gelassen. Der Weinstein findet sich dann theils als Niederschlag, theils als Kruste an den Wänden, während die freien Säuren, das Wasser und die übrigen Bestandtheile des Weines in der darüber stehenden Flüssigkeit enthalten sind. Ausserdem sind darin aber noch ungefähr 2 Milligramm Weinstein gelöst geblieben, die man in Rechnung ziehen muss. Man filtrirt nun die Lösung auf ein kleines Filter und wäscht den Weinstein durch Decantation mit Aetheralkohol und giesst durch dasselbe Filter. Dieses setzt man dann auf den Kolben, in welchem noch ein Theil des Weinsteines an den Wänden hängt, durchsticht es, übergiesst es mit Wasser und bringt es zuletzt selbst in den Kolben, erwärmt und bestimmt dann die Säure acidimetrisch, am besten mit $^1/_{10}$ Normalammonlösung. Jeder Cubik-Centimeter $^1/_{10}$ Normalammonlösung entspricht 0·0188 Gramm Weinstein.

Nachweis der schwefligen Säure.

Am sichersten und schnellsten überzeugt man sich von der Gegenwart und ungefähren Menge der schwefligen Säure im Weine auf folgende Weise: Etwa 50 Cubik-Centimeter des zu untersuchenden Weines werden in einem Destillirkölbchen, dessen seitlich angeschmolzenes Abflussröhrchen in ein mit feuchtem Filtrirpapier gekühltes Probirrohr hineinragt, so lange vorsichtig im gelinden Sieden erhalten, bis etwa 2 Cubik-Centimeter destillirt übergegangen sind. Man nimmt hierauf das Probirrohr ab und setzt zum Destillat einige Tropfen neutraler salpetersaurer Silberlösung hinzu. Waren auch nur Spuren von schwefliger Säure vorhanden, so opalisirt die Flüssigkeit, oder es entsteht ein weisser, käsiger Niederschlag von schwefligsaurem Silber, im Falle bedeutendere Quantitäten dieser Säure vorhanden waren. Den Niederschlag vom Chlorsilber zu unterscheiden, hat man nur nöthig, etwas Wasser und einige Tropfen Salpetersäure hinzuzusetzen, worauf derselbe sich vollständig löst. Das Destillat reducirt ferner mit Leichtigkeit salpetersaures Quecksilberoxydul und entfärbt Jodstärke und verdünnte Chamäleonlösung. (Zur quantitativen Bestimmung der schwefligen Säure verfährt man am besten so, dass man dieselbe aus einem bekannten bestimmten Quantum Wein in eine titrirte Jodlösung hineindestillirt und den Rest jodometrisch bestimmt). (Wartha.)

Nachweis fremder Farbstoffe.

Zum Nachweise derjenigen fremden Farbstoffe, welche dem Weine bisher zugesetzt worden sind, fehlt es an zuverlässigen Methoden. Die Bemühungen, derartige Verfälschungen zu erkennen, hatten namentlich darum bis jetzt einen unzulänglichen Erfolg, weil der rothe Farbstoff des Weines je nach Alter und mit der Veränderung der übrigen Weinbestandtheile sich ändert, weshalb die Reactionen, die er zeigt, etwas schwankend sind.

Die Farbe der rothen Weine wird am häufigsten nachgemacht mittelst Fernambukholz, Campecheholz, Malvenblüthe, rothen Rüben, Hollunderbeeren, Heidelbeeren, Portugalbeeren (Phytolacca), Orseille, Cochenille, Carmin, Indigo, Fuchsin und anderen Anilinfarben.

Weisser Wein wird zuweilen mit Caramel (gebranntem Zucker) versetzt; man schüttelt eine Probe im Reagenzglas mit einigen Tropfen Eiweiss; die gelbe Zuckerfarbe bleibt dann unverändert, während der natürliche Farbstoff des Weines gefällt wird.

Von den leichter anwendbaren Prüfungsmitteln auf die Echtheit des Weinfarbstoffes oder auf einen etwaigen Zusatz fremder Farbstoffe sei hier erwähnt, dass der natürliche Rothwein-Farbstoff durch Alkalien, z. B. Soda grün, durch Säuren wieder roth gefärbt wird. Künstlich gefärbter Wein zeigt dieses Verhalten nicht. — Aetzkalk, dem echten Rothweine zugesetzt, macht denselben braun oder schmutzig blaugrau, allmälig auch in Braun übergehend. Heidelbeerensaft wird mit Aetzkalk zunächst intensiv blau gefärbt, welche Färbung nach einiger Zeit in Grün übergeht. Malvenfarb-

stoff wird meistens sofort grün. Der Farbstoff der Kermesbeere wird vollständig zerstört und gelb. Ebenso wird Fuchsinlösung durch Aetzkalk sofort entfärbt. Die beim Heidelbeeren- und Malven-Farbstoff entstehenden blauen oder grünen Färbungen gehen nach längerem Stehen ebenfalls in eine schmutzig braune Farbe über. Werthvolle Anhaltspunkte für die Beurtheilung einer Weinprobe auf die Echtheit seines Farbstoffes kann auch die spectroskopische Untersuchung liefern. Im Spectralapparat geben sowohl die Weinfarbstoffe als das Fuchsin charakteristische Absorptionsstreifen. Das Fuchsin zeigt Absorptionsstreifen zwischen *D* und *E*, näher bei *E*, zwischen gelb und grün, oder, die Natronlinie auf 120 gestellt, zwischen 130 und 138.

Die Weinfarbstoffe geben verschiedene Spectra, je nach der Concentration, dem Lösungsmittel und dem Alter.

Unter allen fremden Farbstoffen ist das Fuchsin mit grösster Sicherheit nachweisbar. Fuchsinhaltiger Wein, mit Schafwolle gekocht, färbt dieselbe violett. Ausser dieser Probe kann man hiezu auch Falières Verfahren, von Ritter modificirt, anwenden.

Man dampft hiebei 200 Cubik-Centimeter Rothwein ungefähr zur Hälfte ein. Die Flüssigkeit wird nach dem Erkalten in einen oben mit Glasstöpsel verschliessbaren Scheidetrichter gebracht, mit 10 Cubik-Centimeter Ammoniakflüssigkeit oder genügend, bis sie alkalisch reagirt, versetzt und gehörig geschüttelt; hierauf giesst man reinen Aether darauf und schüttelt tüchtig durch. Sollte der Aether nach einiger Ruhe nicht obenauf schwimmen, so giesst man noch etwas mehr hinzu und wartet, bis sich die Flüssigkeiten schön getrennt haben; dann lässt man die untere Flüssigkeit sorgfältig abfliessen, wäscht den Aether zweimal durch Schütteln mit destillirtem Wasser aus (es darf kein Tropfen Wasser zurückbleiben!), welches meistens eine schwache Rosafarbe zeigen wird, gibt den Aether, selbst wenn er ganz farblos sein sollte, mit einem 2 bis 3 Centimeter langen Stück reiner, weisser Strickwolle in ein Becherglas oder in ein Kölbchen mit Liebig'schem Kühler und verdampft den Aether im Wasserbade rasch. Wenn der Wein auch nur Spuren Fuchsin enthielt, so wird die Wolle eine deutlich rosarothe Farbe annehmen und bei grösseren Mengen lebhaft roth erscheinen.

Empfehlenswerth ist auch das Verfahren von Roméi. Man gibt auf 5 Volumen Rothwein 1 Volum Bleiessig und lässt den gebildeten graublauen Niederschlag während mehrerer Stunden absitzen; sollte die überstehende Flüssigkeit nicht farblos, sondern noch rosa erscheinen, so gibt man noch etwas Bleiessig hinzu und sieht, ob dadurch nicht nochmals ein Niederschlag erzeugt wird, was ein weiteres Absitzenlassen erfordern würde, und filtrirt dann vom Niederschlage ab. Das mehr oder weniger rosenrothe Filtrat schüttelt man mit ein wenig reinem Amylalkohol (Fuselöl) gehörig durch und lässt es kurze Zeit stehen. Der Amylalkohol schwimmt bald oben auf, hat der Flüssigkeit wegen der Löslichkeit des Fuchsins in demselben das Fuchsin vollständig entzogen und zeigt eine praeht-

volle rothe Farbe, mit der man auch wieder Wolle färben oder ihn als Belegstück aufbehalten kann.

Carpené hat folgendes, sehr einfaches und überall ausführbares Verfahren angegeben, um zu entscheiden, ob ein Rothwein natürlich oder künstlich gefärbt sei. Man nimmt ein Stück weissen, fetten, gebrannten Kalk, zerschlägt ihn in zwei Theile, um eine reine Fläche zu erhalten; wäre sie allzu unregelmässig, so ebnet man sie mittelst eines Messers oder einer Feile. Man lässt nun auf dieselbe Stelle successive einige Tropfen des zu untersuchenden Weines fallen und beobachtet nach ungefähr zwei Minuten die Farbe des dadurch verursachten Fleckens.

Derselbe ist bei

natürlichen Rothweinen schwärzlichgelbbraun,
bei Weinen gefärbt mit Fuchsin, rosenroth,
" " " " Brasilienholz, rosenroth,
" " " " Blauholz, dunkelviolett,
" " " " Cochenille, röthlichviolett,
" " " " Malvenblüthen, schwärzlichgelbbraun, mit Stich in's Violette,
bei Weinen gefärbt mit Kermesbeeren (Phytolacca), gelb, etwas röthlich.

Dreizehntes Capitel.

Branntwein.

Branntwein-Erzeugung.

Zur Branntwein-Fabrication dienen theils fertige geistige Getränke, wie Wein, theils zuckerhaltige oder solche Substanzen, deren Bestandtheile in Zucker übergeführt werden können. Die an und für sich zuckerhaltigen Branntwein-Materialien sind: Zuckerrüben, Melasse, Kirschen, Pflaumen, Birnen, Heidelbeeren u. s. w.

Dagegen muss, wenn Getreide, Gerstenmalz, Kartoffeln, Reis u. s. w. zur Branntwein-Erzeugung verwendet werden, die Stärke dieser Substanzen durch Fermente zuerst in Zucker umgewandelt werden und dann erst geht durch weingeistige Gährung die Bildung von Alkohol vor sich.

Die Procentmenge des Alkohols, welche durch Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten entsteht, ist stets eine beschränkte, weil der gebildete Alkohol bei einer gewissen Concentration die weitere Wirksamkeit der Hefe und damit die weitere Umwandlung des Zuckers hemmt. Alkoholärmere Flüssigkeiten werden durch Destillation in alkoholreichere übergeführt. Der alkoholreiche Branntwein ist demnach stets ein Destillationsproduct.

Das Detail der Branntwein-Erzeugung ist im Abschnitt über Gewerbe-Hygiene abgehandelt. Hier sei hervorgehoben, dass bei

der Gährung der meisten zur Branntwein-Erzeugung dienenden Stoffe neben Aethylalkohol noch grössere oder kleinere Mengen von Amyl-, Butyl-, Propylalkohol auftreten, welche dem Destillat die unangenehmen Eigenschaften des Fuselöls ertheilen.

Um den Branntwein fuselfrei zu machen, digerirt man ihn mit 2 bis 5% frisch geglühter Holzkohle, bei gewöhnlicher Temperatur, 2 bis 3 Tage lang, zapft ihn dann ab und unterwirft ihn der Rectification.

Eine besondere Art des Branntweines sind die sogenannten Liqueure. Die Liqueure sind starke Branntweine, denen man durch Extraction aromatischer, bitterer Pflanzentheile, oder durch Zusatz ätherischer Oele, Pflanzenextracte, Zucker, Glycerin u. s. w. einen angenehmen, entweder süssen oder bitteren, aromatischen oder würzigen Geschmack verleiht. Die zur Liqueur-Fabrication am häufigsten angewendeten Oele sind: Anis-, Kümmel-, Pfeffermünz-, Nelken-, Wachholderöl. Als Bitterstoffe werden benutzt: Wermuth, Ingwer, Zimmt, Kalmus, Vanille, Pomeranzenschale, Enzian u. s. w. Zum Färben benutzt man: Sandelholz, Curcuma, Crocus, Cochenille, Caramel, Rothholz und verschiedene Anilin- und Naphthalin-Farbstoffe.

Echter Cognac wird aus Wein, echter Rum aus den Nebenproducten der Rohzucker-Fabrication, Arak aus Reis, Slivovitz aus Zwetschken, Kirschbranntwein aus Kirschen u. s. w. dargestellt.

Echter Cognac, echter Rum kommen im Handel selten vor. Was als Rum und Cognac verkauft wird, sind meist Mischungen von Alkohol, Wasser und verschiedenen Aetherarten. Mitunter werden auch Tincturen aus Birkenholzöl, Vanille, Perubalsam, Veilchenwurzel, Zimmt u. s. w. zugesetzt.

Das nach Bittermandelöl riechende Kirschwasser, ferner gewisse bitter und aromatisch schmeckende Liqueure, wie Persico, Ratafia, werden nicht selten in ähnlicher Weise durch Mischung bereitet, und es wird mitunter bei der Fabrication dieser Stoffe das nach Bittermandelöl riechende giftige Nitrobenzol oder blausäurehaltiges (rohes) Bittermandelöl zugefügt. Die Verwendung solcher Stoffe in der Liqueur-Fabrication sollte gänzlich verboten sein und der Verkauf solcher Liqueure entsprechend bestraft werden. Zu bemerken ist, dass das Nitrobenzol in Form eines Liqueurs also zugleich mit Spiritus genossen, sehr rasch in's Blut übergeht und demnach gerade im Branntwein am gefährlichsten werden kann.

Aus dem Vorangehenden ergibt sich, dass die verschiedenen Branntweinsorten und Liqueure die verschiedenartigste Zusammensetzung zeigen und schon deshalb in gesundheitlicher Beziehung nicht summarisch beurtheilt werden können.

Der constante Bestandtheil aller dieser Getränke ist Alkohol, seine Menge ist aber sehr verschieden. Manche Branntweine enthalten 30 bis 40%, andere weit mehr; Cognac bis 55%, Rum bis 77%.

Gesundheitliche Bedeutung des Branntweines.

Im Vergleich zu Bier und Wein ist der Branntwein jenes Genussmittel, welches den Alkohol in der concentrirtesten Form enthält. Schon darin liegt ein gewichtiger Anhaltspunkt, seine diätetische Berechtigung anzugreifen.

Wenn auch zugegeben werden kann, dass kleine Mengen von Alkohol bei gesunden Leuten die Esslust steigern, die peripherische Circulation beschleunigen, die Gefässe deutlich erweitern, und so einen Zustand bedingen, der als Erwärmung, Kräftigung, als Wohlbehagen und Lust gefühlt wird, so muss hiebei daran festgehalten werden, dass diese vortheilhafte Wirkung nur bei mässigem und nicht zu häufigem Genusse von alkoholhaltigen Getränken anhält. Vom Branntwein, der oft die zehnfach grössere Menge an Alkohol als das Bier und die mindestens dreifach grössere als der stärkste Wein enthält, steht es fest, dass er in grösserer Menge toxisch wirkt, und dass der regelmässige Genuss selbst kleiner Mengen zur Gewöhnung an dieses Reizmittel führt und dadurch zum Zugreifen zu immer grösseren Dosen verleitet. Die delatären Wirkungen des gewohnheitsmässigen Trinkens grösserer Mengen von Branntwein auf den Organismus und die hiedurch bedingten sonstigen Störungen der Leistungsfähigkeit, der Moralität und geistigen Vollkraft zu schildern, ist nicht Sache der Hygiene. Vom gesundheitlichen Standpunkte muss überhaupt vor dem regelmässigen Genuss von Branntwein gewarnt und derselbe mehr als ein medicamentöses Mittel bezeichnet werden, zu dem nur hie und da unter besonderen, seinen Genuss indicirenden Bedingungen zu greifen ist.

Die gesundheitliche Bedeutung des Branntweines hängt aber auch von der Art der Bereitung der verschiedenen Sorten desselben ab, da die aus den Rohmaterialien oder durch Zusatz in den Branntwein gelangten begleitenden Stoffe die Wirkung modificiren. Insbesondere kann der Gehalt von Fuselöl einen Branntwein recht gefährlich machen. Nicht mit Unrecht nimmt man an, dass der Fuselgehalt eine Hauptursache des Delirium tremens bei Branntweinsäufern ist, und dass das Kopfweh, das Erbrechen und das Uebelbefinden nach Genuss mancher unqualitätsmässigen Weine, Biere und Branntweine einem allfälligen Fuselgehalte zuzuschreiben sei. Versuche haben ergeben, dass ein Glas Wein, welches 20 bis 30 Centigramm Amylalkohol enthält, derartige Wirkungen hervorruft. Beim Versuche in einer grossen Spritfabrik, den Amylalkohol als Beleuchtungsmaterial zu benutzen, wurden die Arbeiter durch das sehr reichliche Auftreten der Dämpfe dieses Körpers vielfach von einem dem Delirium tremens verwandten Krankheitszustande befallen.

Es ist klar, dass auch die Einmischung gewisser gesundheitlich bedeutsamer Bitterstoffe oder Extractivstoffe, ferner die Verwendung eines blausäurehaltigen Bittermandelöles oder anderer ätherischer Oele, der Zusatz von Nitrobenzol, die Färbung mit arsenhaltigem Fuchsin, mit Pikrinsäure oder anderen schädlichen Farben den Branntwein mehr oder weniger gefährlich und gesundheitlich nachtheilig machen kann.

Untersuchung des Branntweines.

Die Feststellung des Alkoholgehaltes im Branntwein ist einfach, wenn es sich nur um eine Mischung von Wasser, Alkohol, allenfalls mit dem gewöhnlichen Gehalte an ätherischen Oelen handelt. In solchen Fällen reicht die Untersuchung mit dem Alkoholometer aus. Sind Zucker, Glycerin oder andere, feste Substanzen in Lösung, so muss der Alkohol vollkommen abdestillirt und im Destillat der Alkoholgehalt durch Ermittlung des specifischen Gewichtes bestimmt werden. Das bei ätherisch-öligen Liqueuren mit übergehende Oel kann in der Regel vernachlässigt werden; will man es isoliren, so muss fractionirt destillirt werden. Der bei der Destillation verbleibende Rückstand kann auf etwaige Narcotica und Acria in der beim Bier angegebenen Weise chemisch oder physiologisch geprüft werden.

Fuselöl im Branntwein erkennt man, wenn man einige Tropfen Branntwein auf die Hand giesst und deren Verdunstung durch Reiben befördert. Es tritt dadurch der Fuselgeruch deutlicher und scharf hervor. Man kann auch den zu prüfenden Branntwein mit gleichen Theilen Wasser versehen und hierauf mit Aether schütteln, der das Fuselöl aufnimmt und beim Verdunsten zurücklässt.

Anilinfarbstoffe und Pikrinsäure werden am einfachsten durch Kochen mit Schafwolle in dem vom Alkohol befreiten Verdunstungsrückstand des Branntweines nachgewiesen.

Essig.

Der Essig, der zu Nahrungszwecken dient, wird nahezu ausschliesslich aus alkoholischen Flüssigkeiten, inbesondere aus Wein, Bier, Branntwein bereitet, deshalb möge er an dieser Stelle abgehandelt werden.

Essig ist eine verdünnte Essigsäure, in der sich auch noch Substanzen von jenem Material finden, aus dem der Essig erzeugt wurde.

Der echte Weinessig, durch saure Gährung des Mostes entstanden, charakterisirt sich dadurch, dass er ein angenehmes, weinartiges Aroma besitzt und Weinstein enthält.

Der Obstessig, aus Obstwein durch saure Gährung dargestellt, erinnert durch Geruch und Geschmack an das Aroma der Aepfel und Birnen und enthält Apfelsäure, Milchsäure und deren Salze in Lösung. In Obstessig findet sich manchmal das sogenannte Essigälchen (Rhabditis aceti), dessen gesundheitliche Bedeutung nicht gekannt ist.

Der Bieressig, durch Säuerung des Bieres oder durch saure Gährung der ungehopften Bierwürze erzeugt, hat in Lösung die Extractivstoffe des Malzes.

Der Spiritus- auch Branntweinessig (Schnellessig) wird durch Oxydation eines verdünnten Spiritus bei 30° C. in Fässern, die mit Holzkohlen oder mit Holzspänen beschickt, der Luft eine grosse Fläche bieten, dargestellt. Bei der Essigbildung entsteht auch

stets etwas Essigäther, der sich durch den Geruch des Essigs erkennen lässt.

Durch Rectification des Holzessigs (der durch Trockendestillation des Holzes gewonnen wird) wird ein Essig erhalten, der noch Spuren von empyreumatischen Substanzen enthält. Bei erheblichen Mengen Empyreuma ist ein solcher Essig der Verdauung nicht zuträglich.

Manche Essigsorten werden mit Caramel gefärbt.

Der Essigsäuregehalt der käuflichen Essigsorten variirt von 1% bis 15% an Essigsäure, er beträgt durchschnittlich 4%. Um den Säuregehalt zu ermitteln, empfiehlt sich die Titrirung mit einer Natronlösung von bekanntem Gehalt.

Gefälscht wird der Essig am häufigsten durch Zusatz billigerer Mineralsäure, insbesondere der Schwefelsäure. Nur freie Schwefelsäure kann ohneweiters als Fälschung angesehen werden, da kleine Mengen an Basen gebundener Schwefelsäure von dem Wasser herrühren können, das zur Verdünnung des Branntweines zur Essigerzeugung benutzt wurde. Zum Nachweis freier Schwefelsäure wird eine Probe des Essigs im Wasserbade nach Zusatz von Rohrzucker abgedampft; der Rückstand erscheint schwarz, wenn freie Schwefelsäure zugesetzt wurde.

Beigemischte Salzsäure entdeckt man leicht, wenn man eine Probe des verdächtigen Essigs abdestillirt und das Destillat mit salpetersaurer Silberlösung prüft, das bei Salzsäure-Zusatz weisses Chlorsilber präcipitirt.

Soll die Anwesenheit freier Weinsäure, welche dem Schnellessig zuweilen absichtlich zugesetzt wird, um ihn dem Weinessig ähnlicher zu machen, constatirt werden, so dampft man eine Probe bis zur Syrupconsistenz ein, zieht dann mit Alkohol aus und versetzt den nach dem Verdunsten derselben verbleibenden Rückstand mit einer concentrirten Lösung von Chlorcalcium. Freie Weinsäure bildet sofort einen krystallinischen Niederschlag von saurem weinsauren Kali.

Zur Prüfung des Essigs auf empyreumatische (aus Holzessig stammende) sowie auf gewisse scharfe Pflanzenstoffe, die dem Essig öfter absichtlich zugesetzt werden, um ihn schärfer zu machen (Pfeffer, Seidelbast etc.), dampft man den Essig ein, wodurch der durch den stechenden Essiggeruch nicht mehr gedeckte empyreumatische Geruch deutlich hervortritt. Schmeckt der Abdampfrückstand beim Verkosten scharf brennend, so deutet das auf Zusatz scharfer Pflanzenstoffe.

Essig wirkt als Würze erfrischend und kühlend und spielt auch bei der Verdauung eine wichtige Rolle, da alle Eiweissstoffe mit Ausnahme des Legumins durch Essigsäure löslicher werden. (Saurer Salat mit Eiern wird von den Meisten gut verdaut.)

SECHSTER ABSCHNITT.

Die Infectionskrankheiten.

Erstes Capitel.

Theorie der Infectionskrankheiten.

Eines der wichtigsten Objecte der hygienischen Forschung ist die Ermittelung der Ursachen ansteckender Krankheiten und die Auffindung von Mitteln und Massregeln zu ihrer Verhütung oder Abschwächung.

Die wissenschaftliche Thätigkeit ist in der jüngsten Zeit in dieser Beziehung eine sehr rege geworden, und wenn wir auch noch weit davon entfernt sind, das Wesen der Ansteckung zu erklären, so mangelt es doch nicht an Forschungsergebnissen, die bereits eine befriedigende Vorstellung über die Natur der ansteckenden Krankheiten gestatten.

Der gemeinsame Charakter dieser Krankheiten ist, dass sie durch ein von aussen in den Körper dringendes, specifisches Gift von unzweifelhaft organischer Natur entstehen und einen fieberhaften, meist typischen Verlauf nehmen.

Die Krankheitssymptone sind nur in gewisser Beziehung jenen ähnlich, welche nach Aufnahme chemischer Gifte erfolgen; ein wichtiger Unterschied zwischen diesen und jenen besteht darin, dass nach der Aufnahme des ansteckenden Stoffes bis zu dem ersten Ausbruch der Krankheit eine bestimmte, bei den verschiedenen Infectionskrankheiten aber verschieden lange Zeit vergeht, während welcher das Gift im Körper reift und sich vermehrt (Incubation). Ganz minimale Mengen des Infectionsstoffes können die Ansteckung bewirken; in unbegrenzter Weise kann sich das Gift reproduciren. Es sind das Verhältnisse, die in zwingender Weise für die Annahme sprechen, dass die Krankheitserreger fortpflanzungsfähige, organische Wesen sind.

Es ist bereits Seite 137 erwähnt worden, dass gegenwärtig immer mehr jene Theorie Berechtigung gewinnt, welche die Spaltpilze in einen ursächlichen Zusammenhang mit den Infectionskrankheiten bringt.

Unter welchen Verhältnissen aber die Spaltpilze zu Krankheitserregern werden, darüber gehen die Meinungen weit auseinander.

Die Thatsache, dass verschiedene Formen der Spaltpilze ganz ausserordentlich verschiedene Wirkungen in den Nährlösungen hervorbringen, wird verschieden gedeutet. Einerseits meint man, es existiren verschiedene Spaltpilze für die verschiedenen Functionen; für jede Gährung, für jede Zersetzung, für jede Krankheit gebe es einen besonderen Spaltpilz, der nur zu diesem einen Effect befähigt ist und ihn immer ausübt, sobald er unter die geeigneten Bedingungen kommt; eine Verwandlung des einen Pilzes in einen anders wirkenden komme nicht vor.

Dieser Anschauung steht jene Nägeli's entgegen, nach welcher die Spaltpilze weder nach ihrer Wirkung noch nach ihrer Form unterschieden sind. Jede Spaltpilzspecies könne nicht blos als Mikrococcus und als Bacterium, als Vibrio und als Spirillum (siehe Seite 133) auftreten, sondern sie könne auch bald Milchsäurebildung, bald Fäulniss, überhaupt verschiedene Formen der Zersetzung bewirken. Jede Species habe das Vermögen, sich ungleichen äusseren Verhältnissen anzupassen und demgemäss in verschiedenen morphologisch und physiologisch eigenthümlichen Formen aufzutreten. Die Anpassung könne eine mehr oder weniger vollkommene, eine mehr oder weniger dauerhafte sein, je nach der Zeit und den wirkenden Ursachen.

Es sei denkbar, dass die Spaltpilze durch den Umstand, dass sie während vieler Generationen die gleichen Nährstoffe aufnehmen und die gleiche Gährwirkung ausüben, einen mehr oder weniger ausgesprochenen Charakter der Anpassung erhalten, dass sie morphologisch eine bestimmte Form (Bacterium, Mikrococcus etc.) bevorzugen und dass sie auch physiologisch für die eine oder andere Zersetzung tauglicher werden.

Nägeli beruft sich darauf, dass auch bei einer gleichartigen Zersetzung sehr verschiedene Spaltpilzformen vorkommen und dass man andererseits bei ganz verschiedenen Zersetzungen dem Anschein nach ganz gleiche Pilze findet. Auch sei es möglich, die Wirkungsweise eines Pilzes durch Modification der Züchtung in eine andere künstlich umzuwandeln.

Von grosser praktischer Wichtigkeit ist ferner die Frage, welche Bedingungen das Leben der Pilze beeinflussen.

Als organisirte Wesen bedürfen sie zu ihrer Existenz, zu ihrem Wachsthum, zu ihrer Vermehrung gewisse Nährstoffe. Es kann als sicher gelten, dass ohne organische Verbindungen, welche Kohlenstoff und Stickstoff enthalten, ohne Phosphor, Kali und Magnesia ein Gedeihen der Mikroorganismen nicht stattfindet. Zu den besten Nährstoffen gehört unter den stickstofflosen der Zucker,

unter den stickstoffhaltigen die den Albuminaten am nächsten stehenden diosmirenden Verbindungen.

Man stellt künstliche Nährlösungen dar, welche allen diesen Bedingungen entsprechen: Pasteur'sche Lösung: 100 Theile destillirtes Wasser, 10 Theile Candiszucker, 1 Theil weinsaures Ammon, 0·5 Theile phosphorsaures Kali. Cohn'sche Lösung: 0·1 Gramm phosphorsaures Kali, 0·5 Gramm schwefelsaure Magnesia, 0·01 phosphorsaurer Kalk auf 20 Cubik-Centimeter destillirtes Wasser und darin 0·2 Gramm weinsaures Ammoniak aufgelöst. Ausserdem verwendet man Fleischextract, Heu-, Malz-, Tabak-, Mutterkornaufguss, Harn u. s. w.

Nebst diesen Nährstoffen ist für die Pilze Wasser nöthig. Es vermittelt die Aufnahme der Nährstoffe und der Lebensprocesse der Pilze. Doch bleiben die Pilze auch im lufttrockenen Zustande conservirt; das Austrocknen tödtet sie also nicht, sondern hemmt nur ihre Lebensthätigkeit.

Der Sauerstoff ist den Pilzen nach Nägeli unter sonst günstigen Umständen zwar entbehrlich, aber er ist dem Wachsthume ausserordentlich förderlich.

Im hohen Grade beeinflusst der Temperaturgrad die Lebensvorgänge der Pilze. Für die Spaltpilze scheint die Temperatur des menschlichen Körpers die günstigste zu sein. Man ist bei Untersuchung der Temperatur, welche die Bacterien tödtet, zu überraschenden Werthen gelangt: $+130$ bis $+150^0$ C. und $-87^1/_2{}^0$ C. haben sich mehrfach als nicht ausreichend erwiesen. Für die grösste Zahl der Pilze liegt jedoch die Tödtungstemperatur bei 80^0 C.*)

Auf die Entwicklung der Pilzculturen haben mechanische Erschütterungen und der elektrische Strom hemmenden Einfluss.

Besonders beachtenswerth ist die Thatsache, dass die eigenen Ausscheidungs- und Zersetzungsproducte der Pilze, wenn sie nicht entweichen können oder abgehen, der Lebensthätigkeit und der Vermehrungsfähigkeit der Pilze ein Ziel setzen, sobald sie eine gewisse Concentration erlangt haben. Es ist bekannt, dass, wenn im gährenden Most der Alkoholgehalt bereits 12% beträgt, die Hefepilze absterben, weshalb etwa noch vorhandener Zucker nicht weiter vergährt. Sowie der Alkohol bei gewisser Concentration die Gährungspilze tödtet, so wirken auch die verschiedenen Fäulnissproducte (Indol, Scatol, Phenol u. s. w.) auf die Fäulnissbacterien, welche ihre Erzeuger waren, geradezu giftig, sobald sie zu einer gewissen Menge angewachsen sind.

Man kann keinen einzigen Mikroorganismus auf einen ihm absolut feindlichen Nährboden zur Entwicklung seiner Thätigkeit bringen.

Wenn aber der Nährboden, den eine Pilzcolonie bewohnt, die für das Leben der Pilze erforderlichen Bedingungen vereint,

*) Nägeli, die niederen Pilze, München 1877, p. 25. — Wernich, Grundriss der Desinfectionslehre, Wien und Leipzig 1880, S. 74.

und wenn ferner die äusseren Verhältnisse (Temperatur, Luftzutritt) günstige sind, feindliche Einflüsse aber abgehalten werden, so gedeihen die Pilze sichtlich und vermehren sich rasch. Man sagt dann, ein solcher Nährboden sei mit Beziehung auf die Pilze ein adäquates Medium.

Durch diese Lebensvorgänge der Pilze, welche selbstverständlich auf Kosten des Nährbodens, den sie bewohnen, vorgehen, wird das Medium consumirt und da die Pilze als organische Wesen sich nicht nur nähren und Stoffe aufnehmen, sondern auch selbst erzeugte Ausscheidungs- und Zersetzungsproducte abgeben, so müssen die stofflichen Grundlagen des Nährbodens wesentlich alterirt werden. Es findet demnach durch die Thätigkeit der Pilze eine Rückwirkung auf das Medium statt, welche verschiedene Veränderungen des letzteren zur Folge hat.

Die Wechselbeziehung zwischen dem Mikroorganismus und dem Medium kann sich in sehr verschiedenen Graden äussern: dürftige Vermehrung, ohne dass sich eine Rückwirkung auf das Medium deutlich erkennen lässt, stärkere Vermehrung mit Andeutungen einer Alteration des Nährsubstrates, enorme stürmische Vermehrung mit totaler Zersetzung des Mediums sind solche Grade*).

Wenn man die ansehnlichsten Exemplare einer Pilzcolonie zur Zeit der lebhaftesten Entwicklungsperiode in ein zweites noch günstigeres Medium überträgt, so zeigt sich, dass die Wechselwirkung zwischen dem Medium und den Mikroorganismen eine stärkere und lebhaftere wird. Setzt man solche Impfungen mit gezüchteten Organismen immer weiter fort, so erhält man schliesslich eine sehr intensive Alteration des Mediums und eine sehr gesteigerte Leistungsfähigkeit der Organismen.

Es vermag demnach, wie Wernich**) sagt, eine systematische Züchtung auf immer vorzüglicherem Nährboden unter stetiger ungestörter Einwirkung der adäquatesten Flüssigkeiten und Aussenbedingungen und die sorgfältige Auswahl der entwickelten Exemplare für die Verpflanzung die Kraft des Mikroorganismus zu steigern.

Diese Steigerung durch accommodative Züchtung spricht sich einmal in einer Verkürzung der Zeitdauer aus, in welcher der Mikroorganismus seinen Entwicklungsgang auf dem ihm adäquatesten Medium durchmacht. Er verkürzt seine Incubationszeit etwas, tritt also schneller in die Erscheinung und consumirt das Medium mit grösserer Lebhaftigkeit.

Auch steckt er auf der Höhe einer solchen besonders begünstigten Entwicklung durch die flüchtigsten und jeder Controle entzogenen Berührungen noch uninficirten aber empfänglichen Nährboden an.

Er wird aber auch andern, ihm sonst weniger adäquaten und kaum zugänglichen Medien gegenüber selbstständiger, indem er sie

*) Wernich, l. c. p. 76.
**) Wernich, l. c. p. 89.

immer bereitwilliger ergreift und auch an ihnen seine gestärkte Specificität zur Geltung bringt. (Natürlich gilt das nicht für heterogene Medien.)

Man kann aber auch die Wechselbeziehungen der Mikroorganismen zu ihren Ernährern vermindern; derart wirkt Abschluss der atmosphärischen Luft, mechanische Erschütterung, zu niedrige oder zu hohe Temperatur, elektrische Ströme und Verpflanzung auf einen weniger leicht empfänglichen Nährboden. Durch derartige Verschlechterung der Lebensbedingungen wird die Lebensfähigkeit der Mikroorganismen in der Weise herabsetzt, dass sie auch bei Verpflanzung auf den günstigsten Nährboden sich erst nach längerer Zeit wieder vollständig erholen.

Durch die absichtliche Beeinflussung mikroparasitärer Wechselbeziehungen kann man daher eine Steigerung und Verminderung derselben bewirken.

Wie in jüngster Zeit bekannt gewordene Experimente lehren, gelingt es, durch eine fortgesetzte systematische Züchtung gewisser Pilzspecies Aenderungen der Erscheinungsform und Lebensthätigkeit bis zu dem Grade zu erzielen, dass der ganze Charakter des Mikroorganismus ein ganz anderer wird.

Buchner*) gibt an, dass bei fortgesetzter Züchtung der Milzbrandbacterien in einer Lösung von Fleischextract, Pepton und Zucker bei constant bleibender Form allmälig wahrnehmbare Aenderungen im Wachsthume und im chemischen Verhalten hervortraten. Etwa von der 100. Züchtung an, welche der 700. Pilzgeneration entsprach, zeigten die Pilze ein Verhalten, das in gewisser Beziehung den Heubacterien eigen ist. Nun wurde die Züchtung in einer Lösung von blossem Fleischextract vorgenommen und in dieser Art bis zur 1100. Pilzgeneration fortgesetzt. Schliesslich wurde der Versuch gemacht, die gezüchteten Bacterien in Heuaufguss wachsen zu lassen, und es gelang nach 1500 Pilzgenerationen, welche zusammen im Laufe eines halben Jahres zurückgelegt worden waren, die Umwandlung der Milzbrandbacterien in Heubacterien zu vollenden. Ferner gelang es Buchner durch eine accommodative Züchtung auch umgekehrt die Heubacterien in Milzbrandbacterien umzuwandeln. Damit wäre der genetische Zusammenhang der Milzbrandbacterien mit den Heupilzen und die Möglichkeit des Ueberganges der einen in die anderen vollkommen erwiesen.

Diese auf experimentellem Wege gewonnenen Forschungsergebnisse bilden die Grundlage verschiedener Theorien, welche mit Zuhilfenahme bekannter anatomischer und physiologischer Thatsachen den typischen Verlauf und die eigenthümlichen Erscheinungen der Infectionskrankheiten aufklären wollen.

Alle diese Theorien weisen vorerst darauf, dass der menschliche Körper dem Mikroorganismus gewisse günstige Bedingungen ohneweiters mitbringt, und zwar: organische

*) Buchner, über die experimentelle Erzeugung des Milzbrandcontagiums aus den Heupilzen. München 1880.

Flüssigkeiten, welche nicht nur ein reichliches Maass an Feuchtigkeit und Sauerstoff, sondern auch ernährende Bestandtheile darbieten, dann die für das Gedeihen der weitaus meisten Mikroparasiten erforderliche Temperatur.

Hiemit im innigsten Zusammenhange steht die Frage, in welcher Weise der menschliche Körper durch die Mikroorganismen inficirt wird.

Mit Rücksicht auf unsere gegenwärtigen Kenntnisse der Pilztheorie und mit Bezug auf die Thatsache, dass im menschlichen Körper die Anwesenheit zahlreicher Mikroparasiten in den verschiedenen Organen (namentlich zahlreich auf der Haut, im Darm, an den Zähnen, in der Nase u. s. w.) constatirt ist, ist es denkbar, dass der menschliche Körper, nachdem er einmal die Ernährung mancher Parasitenformen übernahm, auch die weitere Züchtung derselben bis zu einem Grade fördert, dass sie befähigt werden, auch in anderen als den ursprünglichen Geweben sich weiter zu verbreiten und die befallenen Organe bis zur Krankheitsfähigkeit zu verändern.

Es ist aber auch der Fall möglich, dass manche Mikroorganismen in einem ausserhalb des Menschen existirenden Medium einen gewissen Grad der Vorzüchtung durchmachen und nach ihrer Invasion im Menschen die volle Entwicklung erlangen.

Wernich*) ist der Ansicht, dass die Mikroparasiten, welche als Krankheitserreger in Betracht kommen, nur unter den seltensten Verhältnissen ausserhalb des Menschen — ektanthrop — so weit vorgezüchtet werden, dass der Antheil des Menschen an ihrer Entwicklung — die endanthrope Züchtung — in den Hintergrund tritt. Die eigentliche Pflanzschule, in welcher diese Mikroorganismen ihre relative Specifität erlangen, sind wir Menschen selbst.

Dagegen geht Pettenkofer's und Nägeli's Anschauung dahin, dass ausser jenen Krankheiten verursachenden Pilzen, welche nur im menschlichen Körper sich entwickeln, es auch noch solche gebe, welche im Boden oder überhaupt ausserhalb des Körpers ein Entwicklungsstadium durchmachen und sobald sie in den Menschen eingedrungen sind, in diesem zur vollen Entwicklung kommen.

Welche Wirkungen die Mikroorganismen im menschlichen Körper hervorrufen, hängt wohl von einer Reihe von Umständen ab. Nägeli legt besonderes Gewicht auf die specifische Natur der Spaltpilze und auf die Zahl, in welcher sie in den Körper importirt werden. Wenn bei pflanzlichen (Spaltpilzen) und thierischen Zellen, welche gemeinschaftlich concurriren, d. h. ein gewisses Ernährungsmaterial gemeinsam beherrschen, die Zahl der Individuen durch Einwanderung auf Seite der Pilze vermehrt wird, so werden die durch die beiderseitigen Lebensthätigkeiten bewirkten Veränderungen für die Spaltpilze günstiger werden, während für die thierische Zelle die Gefahr eines ungünstigeren Ausganges der Concurrenz steigt.

*) Wernich, l. c. p. 91.

Ferner hält es Nägeli*) für wahrscheinlich, dass die Infectionspilze durch aufgenommene und anhängende Stoffe (Krankheits- oder Zersetzungsstoffe) eine ungleiche Beschaffenheit besitzen und ungleichartige Störungen bewirken. Wenn eine Zelle längere Zeit in einer Lösung lebt, so nimmt sie nach und nach die löslichen und diosmirenden Verbindungen derselben in einer Menge auf, die von dem Gehalt der Lösung oft nur wenig verschieden ist. So enthält die Flüssigkeit von einzelligen Meeralgen fast so viel Salz als das Meerwasser selbst. Die Spaltpilze müssen also auch die Zersetzungsstoffe aufnehmen, und diejenigen, die aus einem kranken Organismus kommen, müssen die eigenthümlichen Zersetzungsstoffe der Krankheit oder die Krankheitsstoffe mit sich bringen. Weiter ist es eine physikalische Thatsache, dass es nicht gelingt, auf mechanischem Wege kleinste Körperchen, wie die Bacterien, von anhängenden Stoffen zu befreien. Man wird deshalb annehmen können, dass ein Theil dieser Zersetzungs- und Krankheitsstoffe in dem Pilze adhärirt oder ihn als Hülle umgibt.

Diese Krankheitsstoffe müssen den Pilz, der bereits eine specifische Anpassung besitzt, noch wesentlich in seiner specifisch inficirenden Wirkung unterstützen, indem sie als giftige Substanz ihm die Concurrenz mit den Lebenskräften erleichtern und auch ihrerseits die bestimmte Zersetzungsrichtung, d. h. die Bildung neuer gleicher oder analoger Krankheitsstoffe befördern.

Die verschiedenen Organe des Körpers werden sich gegenüber demselben Pilze verschieden verhalten. Man darf annehmen, dass die chemischen Verhältnisse in den verschiedenen Gewebsarten des menschlichen Organismus verschieden sind; desgleichen darf man eine solche Verschiedenheit voraussetzen für Theile derselben Gewebsart, wenn sich dieselben an verschiedenen Stellen des Körpers und mit einer anderen Gewebsart zu verschiedenen Organen vereinigt vorfinden.

Es ergibt sich also, dass ein Spaltpilz von bestimmten Eigenschaften, der in den Blutlauf gelangt ist, innerhalb des menschlichen Körpers nicht an allen Stellen gleiche Aussichten für seine Existenz antreffen kann, vielmehr wird es nur ein bestimmtes Organ oder eine bestimmte Organgruppe sein, welche die relativ günstigsten Bedingungen für seine Lebensthätigkeit enthält.

Die schädliche Wirkung der Spaltpilze innerhalb des disponirten Gewebes besteht nach Nägeli darin, dass sie demselben die besten Nährstoffe und den Blutkörperchen den Sauerstoff entziehen, dass sie Zucker und die leichter zersetzbaren Verbindungen durch Gährwirkung zerstören, dass sie giftige Fäulnissproducte bilden und Fermente ausscheiden, welche auch die festeren und unlöslichen Stoffe in lösliche und zersetzbare Verbindungen umwandeln.

Diese Wirkung der Pilzvegetation wird als Krankheitsbild in verschiedener Art zum Ausdruck kommen, je nachdem das einemal gewisse Theile des Darmes und zugleich

*) Nägeli, l. c. p. 63.

vielleicht bestimmte Abschnitte des Nervensystems, das anderemal bestimmte Hautschichten oder die Nieren und zugleich Theile des Lymphgefässsystems u. s. w. von der Pilzwirkung hauptsächlich befallen sind.

Die physiologischen Beziehungen dieser Organe und Organtheile zum Gesammtkörper müssen alterirt sein, und es wird auf diese Weise ein eigenartig pathologischer Proeess zu Stande kommen. Allerdings werden diese Localisationen bei schwerer Erkrankung in einer späteren Periode nicht mehr so rein ausgesproehen sein, als anfangs, weil fortwährend von den primär erkrankten Partien Pilze und deren Zersetzungsstoffe in den Kreislauf übertreten. Es können dadurch in der Folge neue Localisationen in minder disponirten Organismen entstehen, wenn grosse Mengen von Pilzen denselben zugeführt werden; denn die grössere Pilzmenge ersetzt, wie wir wissen, bis zu einem gewissen Grade die fehlende Anpassung. Die Krankheit kann dadureh unter Umständen einen mehr allgemeinen Charakter gewinnen *).

Eintheilungsprincip der Infectionskrankheiten.

Gewisse ansteekende Krankheiten kann man sieh nur unter bestimmten örtlichen Verhältnissen oder nur unter ganz bestimmten Bedingungen zuziehen.

Wer in seinem Leben niemals in einer Malariagegend sich aufhält, oder wer jede engere Berührung mit Syphilitischen vermeidet, bleibt auf alle Fälle von Malaria und Syphilis versehont.

In diesen beiden Fällen ist die Aufnahme des krankmacheuden Agens mit Nothwendigkeit an die Voraussetzung geknüpft, dass eine Begegnung oder Berührung zwischen dem zu Erkrankenden und dem Träger jenes Agens stattgefunden habe. Aber der Unterschied besteht darin, dass in dem einen Fall dieser Träger, der Malariaboden, seinen Ort im Raume nie verändert, dass man also, um zu erkranken, zu demselben sieh hinbegeben muss, während in dem anderen dieser Träger ein bereits kranker Mensch ist, der seinen Ort im Raume stets verändert und also das Agens überall hinträgt und versehleppt.

Die erste Krankheit kann man nur in eigener Person an einem bestimmten Orte finden und holen. Die andere wird von einer zweiten Person gebracht und an jedem beliebigen Orte der eigenen mitgetheilt. Die ältere Theorie der Infections-Krankheiten nennt die erste Uebertragungsart eine miasmatische, die zweite eine contagiöse. Sie beschränkt den Begriff der contagiösen Ansteckung nicht blos auf solche direete Uebertragungen, bei denen der Ansteckungsstoff von einem bereits erkrankten Individuum durch unmittelbare Berührung auf ein zweites Individuum verpflanzt und dieses dadurch inficirt wird (wie dies bei der Syphilis der Fall ist), sondern sie bezeichnet auch solche Ansteckungen als contagiös,

*) Buchner, die Nägeli'sche Theorie der Infectionskrankheiten, Leipzig 1877, p. 58.

bei denen durch Mittelglieder oder Transportmittel: Kleider, Wäsche, Luft u. s. w., ansteckendes Gift aus einer bereits erkrankten Person einer zweiten zugeführt wird.

Ein Blatternzimmer wirkt auch dann noch, wenn die Kranken daraus entfernt wurden, inficirend, und zwar so lange, als Luft oder Wände mit dem Ansteckungsstoffe noch behaftet sind.

Das Wort „Contagium" bezeichnet also nach der älteren Theorie solche Ansteckungsstoffe, die von einem erkrankten Menschen auf einen anderen mittelbar oder unmittelbar übertragen, denselben inficiren. Die wichtigsten contagiösen Krankheiten der alten Theorie sind: Blattern, Masern, Scharlach, Diphtheritis, Flecktyphus, Puerperalfieber, Syphilis, Keuchhusten, Rotz, Milzbrand, Hundswuth.

„Miasma" bezeichnet solche Ansteckungsstoffe, welche durch Berührung des Menschen mit einem bestimmten Ort aufgenommen werden. Eine rein miasmatische Krankheit ist Malaria.

Da bezüglich Typhus, Cholera, Pest, Gelbfieber, Ruhr die Annahme besteht, dass die Krankheitsursache nicht als solche, sondern nur als Keim vom Kranken producirt und erst dadurch, dass dieser Keim unter geeigneten localen und zeitlichen Bedingungen im Boden eine gewisse Veränderung durchmacht, zu einem Epidemie erzeugenden Infectionsstoff werde, so kann die ältere Theorie die genannten Krankheiten weder zu den rein miasmatischen, noch zu den rein contagiösen zählen, sondern muss sie in eine besondere Gruppe: Verschleppbare miasmatische Krankheiten einreihen.

Die Bezeichnung dieser Epidemien als miasmatisch verschleppbare erscheint auch deshalb gerechtfertigt, weil dieselben nicht originär in Europa entstehen; bestimmte Länder anderer Welttheile sind ihre Heimat; sind sie einmal zu uns gelangt, so finden sie dankbaren Boden genug, von dem sie immer und immer wieder hervorbrechen.

Mit Rücksicht auf den gegenwärtigen Stand der Forschung schlug Pettenkofer vor, die specifischen Ursachen der Infectionskrankheiten, nicht wie bisher in contagiöse und miasmatische, oder contagiös-miasmatische einzutheilen, weil die Ausdrücke Contagium, Miasma aufgehört haben, bestimmte begriffliche Gegensätze, wie einst, zu bezeichnen, und weil man jetzt unter dem Syphilis- und Blatterncontagium ebensowohl als unter dem Wechselfiebermiasma Infectionsstoffe, niedere Organismen, versteht, sondern sie in entogene und ektogene einzutheilen, je nachdem sie sich innerhalb oder ausserhalb des menschlichen Körpers zu bilden, zu vermehren und zu reproduciren scheinen.

Sobald man versucht, nach diesem Prineip der endogenen und ektogenen Krankheitsursachen die besonderen Formen der ansteckenden Krankheiten in zwei grosse Gruppen einzutheilen, so zeigt sich, dass jede dieser Gruppen die vom pathologischen Gesichtspunkte verschiedenartigsten Krankheitszustände umfasst. Sowohl Entstehungsweise wie Verlauf mancher derselben können so

grosse Verschiedenheiten darbieten, dass der Patholog nur mit Widerstreben sie neben einander stellt; so müssen wir unter die exogenen Formen sowohl den Abdominaltyphus wie auch die Malaria rechnen, Krankheiten, die, was ihre Entstehung und ihren Verlauf betrifft, unter einander ebenso grosse Verschiedenheiten darbieten, wie gegenüber von Blattern und Syphilis, die beide der anderen Gruppe angehören und ebenso unter einander ausserordentlich verschieden sind. (Klebs.)

Pettenkofer hat daher seine Eintheilung noch dadurch erweitert, dass er die angenommenermassen nicht übertragbaren ektogenen Infectionsstoffe ferner abtheilte in verschleppbare und nicht verschleppbare. Zu dieser Aufstellung führte ihn die Betrachtung, dass ein ektogener Infectionsstoff in wirksamer Menge an der Oberfläche eines Körpers haften, mit diesem fortgetragen und an einem anderen Orte in einen Menschen eindringen und ihn krank machen könnte. Haftet dieses Agens zufällig an einem durch eben dasselbe krank gewordenen Menschen, und geht es von da in wirkungsfähiger Weise auf einen zweiten über, so könnte man dadurch zu der Annahme eines Contagiums verleitet werden, zumal ja die Krankheit augenscheinlich von einem Individuum auf das andere verpflanzt wird. Demgemäss müssten wir diese Infectionsstoffe in zwei Gruppen eintheilen, nämlich in verschleppbare und in nicht verschleppbare; als Beispiel für die letzte Gruppe nennt man die Malaria, für die erstere Gruppe hingegen die Cholera.

Bezüglich dieser Eintheilung bemerkt treffend Stricker, dass das Virus bei den ektogenen Krankheitskeimen doch auch entogen ist, so dass er als dritten Begriff „amphigen" statuirte.

Wernich theilt mit Bezug auf seine Theorie (Seite 526) alle Infectionskrankheiten nachfolgend ein:

1. Infectionen, deren Erreger ursprünglich als harmlose endanthrope Parasiten existiren, ihren Entwicklungskreis innerhalb des erkrankten Individuums schliessen und überhaupt nur durch besondere Alteration des menschlichen Körpers zu Krankheitserregern werden; z. B. Malariafieber, Croup, Rheumatismen.

2. Infectionen, deren Erreger von einem anderen Menschen herstammen, einen typischen Abschnitt ihres Entwicklungskreises in jedem Individuum durchmachen und dabei eine sich oft steigernde Uebertragbarkeit erlangen; z. B. Syphilis, Gonorrhoe, Blennorrhoe, Variola, Scarlatina, Morbilli, Rubeola.

3. Infectionen, deren noch entwicklungsfähige Erreger aus verschiedenen Medien herstammen, nur durch besondere vermittelnde Begünstigung in den Menschen gelangen und Neigung zeigen, ihren Entwicklungskreis auf ganze Reihen ähnlich günstige Voraussetzungen darbietender Individuen auszudehnen; z. B. Rothlauf, Keuchhusten, Recurrenzfieber.

4. Infectionen, deren im höchsten Grade entwicklungsbegierige Erreger aus verschiedenen Züchtungsorten herstammen und so hoch gezüchtet sind, dass sie ihren Entwicklungskreis sehr rapid

auf nicht disponirte Individuen ausdehnen und ihren Charakter als Krankheitserreger auch in ektanthropen Medien zu bewahren pflegen; z. B.: Diphtheritis, Cholera, Gelbfieber, Flecktyphus.

Da, wie aus der obigen Auseinandersetzung hervorgeht, eine Einigung bezüglich der Eintheilung der Krankheitsursachen und der Infectionskrankheiten mit Bezug auf die neueren Forschungen noch nicht erreicht ist, so bleibt gegenwärtig nichts Anderes übrig, als sich noch weiter mit den Bezeichnungen „Miasma" und „Contagium" zu behelfen.

Zweites Capitel.

Schutzmaassregeln gegen ansteckende Krankheiten.

Wenn es gelungen sein wird, die Natur und die Bedingungen des Entstehens der Infectionsstoffe ausreichend zu kennen, wird es möglich sein, eine rationelle Prophylaxis gegen ansteckende Krankheiten zu inseeniren. Gegenwärtig, wo unser Wissen nach dieser Richtung ein sehr unvollkommenes ist und zumeist nur aus Theorien besteht, sind die Mittel, welche wir wählen, um die Epidemien zu bekämpfen, einerseits unsicher, andererseits mangelhaft.

Dennoch lehrt die Erfahrung, dass sich mancherlei Erfolge erringen lassen, wenn man auf Grund der über die Verbreitungsart der ansteckenden Krankheiten erworbenen Kenntnisse gewisse hygienische Maassregeln durchführt, obwohl wir hiebei in vielen Dingen nur nach Wahrscheinlichkeit handeln und unsere Bemühungen von dem Gedanken leiten lassen, dass der Irrthum häufig der Weg zur besseren Erkenntniss ist.

Man pflegt die gegen Epidemien zu ergreifenden Maassregeln einzutheilen: 1. in solche, welche die örtlichen Verhältnisse einer anscheinend bedrohten Gegend so umgestalten sollen, dass das eingeschleppte Krankheitsgift sich daselbst nicht weiter entwickeln kann; 2. in solche, welche die Einschleppung des Infectionsstoffes aus einer bereits inficirten in eine noch gesunde verhüten; 3. in Maassregeln, welche die vermuthlichen Krankheitserreger an Ort und Stelle vernichten oder unschädlich machen (Desinfection), und 4. in Maassregeln, welche den bedrohten Menschen widerstandsfähiger gegen die Aufnahme des Infectionsstoffes machen.

Allgemeine Maassregeln gegen Epidemien.

Bei Feststellung der prophylaktischen Maassregeln gegen Epidemien verwerthen wir vor Allem die durch zahlreiche Erfahrungen begründete Thatsache, dass die Entstehung und Verbreitung gewisser ansteckender Krankheiten durch die vom Mangel an Subsistenzmitteln und an Einsicht in die Bedingungen eines normalen Lebens ausgehenden Verhältnisse (Uebervölkerung, Schmutz, schlechte Ernährung, Ueberanstrengung) begünstigt wird. Infectionskrankheiten vernichten vorwiegend die arme Bevölkerung.

Abhilfe nach dieser Richtung lässt sich nur erwarten durch Regelung allgemeiner socialer und hygienischer Verhältnisse. Hieher gehört die strenge Durchführung der Maassregeln zur Erhaltung und Verschaffung reiner Luft, reinen Wassers, trockenen reinen Bodens, gesunder Nahrungsmittel, die Unterstützung der Armuth, die Versorgung der Arbeitsunfähigen, die gesundheitsgemässe Pflege der Waisenkinder, Beachtung der Salubrität und der hygienischen Grundsätze in Gefangenhäusern, Idiotenanstalten u. s. w.

Die gänzliche Beseitigung der in Rede stehenden Uebelstände, soweit dieselben von der Armuth ausgehen, ist zwar nicht zu hoffen, wohl aber lässt sich an der Hand der Geschichte nachweisen, dass je mehr der Nationalwohlstand gefördert wird, je mehr Moral und Bildung zunimmt, Verfeinerung der Sitten und fortschrittliche Cultur Platz greift, desto geringer die Gefährlichkeit der Epidemien wird.

Zur Zeit von Epidemien müssen die allgemeinen gesundheitspolizeilichen Maassregeln mit besonderer Strenge und Sorgfalt zur Durchführung kommen.

Errichtung von Speise-Anstalten, in welchen der armen Bevölkerung gegen geringe Bezahlung eine gesunde, nahrhafte Kost geboten wird, fleissige Ueberwachung der Märkte, Holzvertheilungen, Eröffnung öffentlicher Wärmestuben u. s. w. haben sich als überaus erspriessliche Maassnahmen bei Epidemien erwiesen. Sehr wichtig ist es, dass Höfe, Strassen, Plätze rein gehalten werden, dass aller Unrath rasch entfernt wird und für gutes, gesundes Trinkwasser gesorgt ist.

Nicht genug zu beachten ist weiter der Umstand, dass die Gemüther nicht übermässige Furcht ängstigt, und dass die Gefahr nicht grösser geschildert wird als sie wirklich ist. Epidemien zu vertuschen oder ihre Bedeutung zu verkleinern, hat sich stets als eine verfehlte Maassregel erwiesen; nur durch regelmässige, etwa tägliche und gewissenhafte Berichte kann man eine gewisse Beruhigung bei der Bevölkerung erzielen.

Anzeigepflicht der Aerzte.

Wenn die öffentliche Sanitätspflege irgend Wirksames zur Bekämpfung von Epidemien zu leisten vermag, so beruht dieses vorzugsweise darauf, dass die Maassregeln rechtzeitig ergriffen werden. Es ist deshalb nothwendig, dass die Behörden es sofort erfahren, wenn irgendwo ein ansteckendes Uebel auftritt.

Es liegt in der Natur der Sache, diese Maassregel dadurch zur Durchführung zu bringen, dass man die Aerzte verpflichtet, Fälle ansteckender oder der Contagiosität verdächtiger Krankheiten bei sonstiger Strafe zur Anzeige an die Sanitätsbehörde zu bringen.

Es ist nicht erforderlich, die Anzeige auf alle Formen ansteckender Krankheiten auszudehnen. Dass eine solche Anzeige bei Krätze, Syphilis und einer Reihe von Hautkrankheiten nicht geboten ist, ergibt sich von selbst.

Man darf aber nicht dem Einzelnen die Entscheidung darüber überlassen, ob im gegebenen Falle die Anzeige nothwendig sei oder nicht; es muss vielmehr durch gesetzliche Vorschriften bestimmt ausgesprochen werden, in welchen Fällen angezeigt werden muss.

Es lässt sich freilich nicht verkennen, dass es grosse Schwierigkeiten macht, für die Anfangsfälle einer Epidemie eine über jeden Zweifel erhabene Diagnose zu stellen. Namentlich ist der behandelnde Arzt nicht immer in der Lage, aus den Krankheitssymptomen allein mit Bestimmtheit zu erklären, ob man es in einem gegebenen Falle mit dem Anfange einer Epidemie zu thun hat. Die Inconstanz der Krankheitserscheinungen verschuldet das, und hat von jeher die Aerzte zu der Vorsicht gedrängt, die Diagnose einer ansteckenden Krankheit erst aus dem gleichzeitigen Vorkommen mehrerer Fälle abzuleiten. Haben aber schon mehrere Einzelnfälle die Form classischer Krankheitsbilder angenommen, dann ist bereits die Epidemie auf einer gewissen Höhe angelangt.

Auch die Ergebnisse einer Section, so werthvoll sie unter Umständen thatsächlich sein können, lassen sich nicht immer zur Beantwortung der Frage verwerthen, ob ein erster Fall dieser oder jener ansteckenden Krankheit vorliegt. Es ist bekannt, dass bei Infectio acutissima, welche Krankheitsform gerade häufig im Anfange der Epidemie vorkommt, gar keine charakteristischen anatomischen Veränderungen nachweisbar sind. Zudem werden die Sectionen nicht immer rechtzeitig genug, und oft von Aerzten, die jahrelang kein Secirmesser in der Hand hatten, vorgenommen. Sie können aber erst dann einen Werth haben, wenn die Sectionsmittheilungen naturwissenschaftlich genau sind.

Nur bei beginnender Recurrenzepidemie bietet die Untersuchung des Blutes eines Erkrankten die Möglichkeit, Recurrenzfieber bestimmt zu diagnosticiren, wenn das Vorhandensein der Spirochaete im Blut nachweisbar war. Hätten wir ähnliche Anhaltspunkte für die übrigen Infectionskrankheiten, so würden wir beim Ausbruch der Epidemien ganz anders dastehen als gegenwärtig.

Sobald zahlreiche Erkrankungen an demselben pathologischen Process rasch einander folgen, demnach der Ausbruch einer Epidemie zweifellos ist, so sind die Aerzte zu verpflichten, in bestimmten Zeiträumen Epidemieberichte zu erstatten, über die Zahl und den Verlauf der Erkrankungen zu rapportiren, wobei besondere, auf die Genesis oder Therapie der Krankheit bezügliche wichtige Beobachtungen mitzutheilen sind. Diese Berichte sollen genau nach vorzuschreibenden Mustern zu bestimmten Zeiten eingesendet werden und es darf diese Berichterstattung erst nach vollem Erlöschen der Epidemie, über ausdrückliche Verfügung der Behörde, aufhören.

Aus diesen Berichten haben die berufenen Behörden übersichtliche summarische Berichte über den Verlauf der Epidemien zusammenzusetzen und etwaige hiebei gewonnene neue Erfahrungen zu verwerthen.

Epidemie-Commissionen.

Eine weitere Maassregel, welche von Seite einer Gemeinde, die von einer Epidemie betroffen wurde, einzuleiten ist, bildet die Einsetzung einer sogenannten Epidemie-Commission, die in entsprechender Zahl aus hygienisch gebildeten Aerzten und aus Gemeindemitgliedern besteht.

Sie hat folgende Aufgaben zu lösen: Zunächst hat sie den Ausbruch der Epidemie zu constatiren, sodann nachzuforsehen, welche disponirenden und erregenden Ursachen die häufigsten Erkrankungen bewirken, welche Maassregeln in prophylaktiseher Beziehung zu treffen, wie die schädliehen Momente zu entfernen oder zu mildern und weitere Erkrankungen zu verhüten seien. Sodann hat sie dafür zu sorgen, dass den Erkrankten die nöthige Hilfe und Pflege verschafft werde, sie hat Aerzte in genügender Zahl herbeizuziehen, diese durch Bewilligung entsprechender Diäten in den Stand zu setzen, ihre ganze Thätigkeit entfalten zu können, sie hat für Errichtung von Spitälern, für eine entsprechende Anzahl verlässlieher Wärter und die nöthige Menge medicinischer Hilfsmittel, als Medicamente, Verbandzeug u. s. w., zu sorgen.

Durch Verfassung und Verbreitung populär gehaltener kurzer Schriften hat sie für die Aufklärung des Publieums über die Bedeutung der Epidemie, die Ursache des Erkrankens und dasjenige diätetische Verfahren, welches einigen Schutz gewähren kann, zu sorgen; ferner hat sie vor Anwendung von Geheimmitteln zu warnen und die Verbreitung dieser, sowie marktschreierischer Ankündigungen von Aerzten und Nichtärzten, endlich alle Curpfuschereien auf's Energischeste zu unterdrücken. Man hat auch vorgesehlagen, eine wissensehaftlich gehaltene, nach den bewährtesten medicinisehen Anschauungen bearbeitete Monographie über die herrsehende Krankheitsform und die dagegen anzuwendende Therapie den Aerzten mitzutheilen, um ein einheitliches rationelles Vorgehen derselben zu vermitteln.

Wenn zahlreiehe Todesfälle vorkommen, kann es rathsam sein, um eine Verdüsterung der Gemüther zu verhüten, das Sterbegeläute zu beschränken und nur wenige feierliche Leiehenbestattungen zu erlauben; ein vollkommenes Verbot dieser Gebräuehe würde das Publicum nur noeh mehr alarmiren.

Beschränkung des Verkehrs.

Eine absolute Aufhebung des Verkehrs zwischen der inficirten und der zu schützenden Gegend wäre das allersicherste Mittel zur Abhaltung der weiteren Ausbreitung contagiöser oder verschleppbar miasmatischer Epidemien, vorausgesetzt, dass sieh diese Verkehrsaufhebung nicht blos auf Personen, sondern aueh auf Sachen bezieht, da, wie wir annehmen müssen, aueh Effeeten Träger der Ansteckungsgifte sein können. Eine solehe absolute Aufhebung des Verkehrs aber setzt voraus, dass jede Communieation vollständig aufhört, dass sowohl der direete, als auch indireete, also auf Umwegen vermittelte Verkehr zwisehen den inficirten und der zu

schützenden Gegend aufgehoben wird; sie setzt ferner voraus, dass diese absolute Aufhebung des Verkehrs so lange bestehen bleibt, bis die Seuche an allen Punkten, von denen aus überhaupt die Gefahr der Einschleppung droht, vollständig erloschen ist.

Die Durchführung solcher Maassregeln ist nur dann möglich, wenn der zu schützende District vollkommen unabhängig von dem Verkehre mit den inficirten Nachbargegenden ist, dass die Bevölkerung dieses abgeschlossenen Bezirkes ohne eine erhebliche Schädigung ihrer Existenz eine Verkehrsaufhebung für die ganze Dauer der Gefahr ertragen kann.

Man wird zugestehen müssen, dass diese Bedingungen nur in den allerseltensten Fällen gegeben sind, dass es sich dabei in der That nur um kleine, insular gelegene Districte handeln kann, die überhaupt in keinem weiteren lebhaften internationalen Verkehr mit der Nachbarschaft stehen, die also eine solche Beschränkung wohl ertragen können. Da also die absolute Aufhebung des Verkehrs nur in den wenigsten Fällen zur Ausführung gelangen kann, so begnügte man sich damit, an der durch Militäreordons abgesperrten Grenze bestimmte Punkte zu bezeichnen, an welchen man den Eintritt in das zu schützende Gebiet gestattete. Man errichtete sogenannte Quarantainen, d. h. Institute, in welchen die aus der inficirten Gegend eintretenden Individuen so lange Zeit verweilen, bis man sich überzeugt hat, dass sie gesund sind, dass also ihr Eintritt in die zu schützende Gegend der Bevölkerung derselben keine Gefahr bringt*).

Die Quarantaine-Einrichtung stammt aus der Mitte des 14. Jahrhunderts, aus der Zeit, als die unter dem Namen des schwarzen Todes bekannte schwarze Pestseuche sich von Asien her über Europa verbreitete.

Seitdem das Quarantainesystem besteht, haben sich immer Stimmen für und gegen dieses Institut ausgesprochen. Die Mehrzahl der Hygieniker ist der Ansehauung, dass die Grenzsperren zu Lande (mit Quarantaine) von geringem oder gar keinem Nutzen seien.

Gegen die Zweckmässigkeit des Quarantainesystems sprechen mehrere Momente:

Zunächst ist es erwiesen, dass in unzähligen Fällen der Cordon durchbrochen und die Quarantaine also umgangen wurde, und zwar lehrt die Erfahrung, dass selbst bei den günstigsten Verhältnissen die Durchbrechung des Cordons nicht zu verhüten ist.

Weiter ist zu beachten, dass viele Infectionskrankheiten nicht blos durch erkrankte Individuen, sondern durch Reiseeffecten oder Stoffe verschleppt werden, welche sich der Aufmerksamkeit der Ueberwachungsbehörde entziehen.

Dazu kommt, dass wir über die Incubationsdauer der einzelnen Seuchekrankheiten nur sehr unbestimmte, über die Dauer der Latenz des Krankheitsgiftes streng genommen gar keine Kenntniss besitzen,

*) Hirsch, über Schutzmaassregeln gegen die vom Ausland drohenden Seuchen. Vtlj. f. öffentliche Gesundheitspflege 1880, p. 7.

daher nicht im Stande sind, darüber mit Sicherheit zu urtheilen, wie lange die Quarantaine des einzelnen Individuums dauern, wie lange die Quarantaine überhaupt aufrecht erhalten werden soll.

Ebenso nutzlos ist das Quarantainehalten lebloser Effecten ohne Desinfection. Man kann die Bündel mit Wolle, Hadern, Knochen, Felle u. s. w. jahrelang in einer Quarantaineanstalt zurückhalten, ohne die Gewissheit zu erlangen, dass diese Gegenstände nicht mehr infectionsgefährlich sind. Wiederholt wurden Arbeiter in Papierfabriken, welche Hadern, die bereits jahrelang gelagert hatten, in Arbeit nahmen (wahrscheinlich durch Dauersporen des Milzbrandes) inficirt.

Eines der beachtenswerthesten Argumente gegen das Sperr- und Quarantainesystem ist der Hinweis auf die Schädigung des allgemeinen Wohles, welche bei der mit dieser Maassregel nothwendig verbundenen Verkehrsstörung unvermeidlich ist. Dieses Bedenken fällt umsomehr in's Gewicht, als man Gefahr läuft, neben der Quarantaine früher oder später die Seuche auch noch mit in den Kauf nehmen zu müssen.

Der Werth der Quarantaine erscheint auch deshalb in einem zweifelhaften Licht, weil solche Quarantaine-Anstalten, wie dies wiederholt geschehen ist, Mittelpunkte der Krankheitsverbreitung werden können. Die Anhäufung von Individuen in den Quarantainen, die Aufstellung von grossen Truppenmassen an den Grenzen behufs Bildung der Grenzcordons können wohl nicht als etwas Unbedenkliches angesehen werden. Auch hat die Grenzsperre und Quarantaine den Nachtheil, dass hiedurch meist das Publicum in eine nicht gerechtfertigte Sicherheit gewiegt wird, dass es sich der Sorglosigkeit hingibt und alle diejenigen Maassregeln unterlässt, welche gewiss in eben so hohem oder noch höherem Grade im Stande wären, der Verbreitung der Krankheit vorzubeugen. (Hirsch).

Weit leichter und mit mehr Erfolg lassen sich aus selbstverständlichen Gründen die Quarantainemaassregeln bei Schiffen durchführen. Es ist aber fraglich, ob deshalb die Seequarantainen beizubehalten sind. Da, wie erörtert wurde, die Landsperre meist undurchführbar oder insufficient ist, so wird hiedurch auch eine etwa angeordnete Seesperre illusorisch. Menschen und Waaren, denen man den Zutritt von der einen Seite versagt, weil sie möglicherweise Träger von Krankheitsstoffen sind, finden tausend Wege, um von der andern einzudringen. Von bedeutendem Nutzen kann sich die Seequarantaine dort erweisen, wo die Einschleppung nur auf dem Seewege möglich ist, z. B. auf Inseln. Auch gegen die Einschleppung des gelben Fiebers aus Amerika und die Pest aus Asien hält man gegenwärtig noch die Quarantaine für eine erspriessliche Maassregel, da der Verkehr mit diesen Ländern einzig und allein oder wenigstens vorwiegend durch Schiffe stattfindet.

Grenzsperren zu Lande mit Quarantaine-Anlagen müssen dagegen als kaum durchführbar und trügerisch, daher als werthlos und zudem das öffentliche Wohl im höchsten Grade gefährdend, ganz verworfen werden.

Da weder die Sperrung, noch die Beschränkung des Verkehrs zwischen seuchenfreien und seuchenbefallenen Gebieten sich realisiren lässt, so wollte man wenigstens den Verkehr der Gesunden mit bereits krank gewordenen Personen verhüten, und stellte die Forderung auf, dass Jeder, der an einer ansteckenden Krankheit erkrankt, aus der Nähe der Gesunden entfernt, isolirt und in einem Epidemicspital untergebracht werde. Wenn es auch keinem Zweifel unterliegen kann, dass eine solche Maassregel, namentlich zu Anfang einer Epidemie, wenn sie mit pedantischer Strenge zur Durchführung gelangt, Erspriessliches leisten kann, so ist doch andererseits nicht zu verkennen, dass die Entfernung der Kranken selbst bei der strengsten Disciplin nicht immer rechtzeitig in Vollzug kommen wird und dass dieselbe gar nicht mehr durchführbar ist, sobald die Seuche eine grössere Verbreitung genommen hat.

Ferner kommt in Betracht, dass sich ein grosser Theil der Bevölkerung gegen solchen Zwang wehren und denselben auf alle Weise zu umgehen suchen wird, so dass sich eine derartige Maassregel legislatorisch gar nicht durchführen liesse.

Zu den Maassregeln, betreffs Behinderung des Verkehrs gehört auch das Verbot der Abhaltung der Märkte und Volksfeste an Orten, wo Seuchen herrschen. Eine solche Anordnung kann unter Umständen von erheblichem Nutzen sein, und ist jedenfalls eine begründete Vorsichtsmaassregel, da beim Zusammenströmen grosser Menschenmassen die Gefahr einer Verschleppung des Krankheitsgiftes wenigstens mit Bezug auf eine Reihe ansteckender Krankheiten erheblich gesteigert wird.

Weiter erscheint es nothwendig, gesetzlich anzuordnen, dass vom Schulbesuch Personen aus Cholera-, Pocken-, Scharlach-, Masern-, Diphtheritishäusern für die Dauer der Uebertragbarkeit ausgeschlossen bleiben. In manchen Fällen wird es nöthig sein, die Schulen ganz zu schliessen.

Bei Cholera, Typhus und ähnlichen Krankheiten verdient ein Umstand besondere Beachtung. Der Natur dieser Krankheiten nach kann man annehmen, dass die Lage oder der Zustand mancher Häuser die Vervielfältigung eines oder mehrerer in demselben bereits vorgekommenen Erkrankungsfälle begünstige. Solche von Epidemien regelmässig heimgesuchte Häuser sollten wo möglich demolirt, wenigstens aber während der Dauer der Epidemien evacuirt und ihre Bewohner in gesunde Wohnungen zur Uebersiedlung veranlasst, eventuell hiezu genöthigt werden.

Die Flucht aus einem seuchenkranken Hause oder einem Epidemieorte, namentlich wenn sie rechtzeitig zur Ausführung kommt, ist allerdings ein zweckmässiges Mittel, sich vor Erkrankung zu schützen. Sie ist aber nur für den besser gestellten Theil der Bevölkerung möglich und kann selbstverständlich nicht als allgemeine Maassregel der öffentlichen Gesundheitspflege gelten. Auch ist es Pflicht der Intelligenz und aller Personen von höherer socialer Stellung, insbesondere aber der Aerzte, dem Volke ein furchtloses, resignirtes Benehmen zu zeigen und in der Gefahr auszuharren. Gefehlt wäre

es aber, den furchtsamen Reichen die Flucht zu verbieten, sie würden durch ihre Zaghaftigkeit den allgemeinen Schrecken nur vermehren.

Drittes Capitel.

Desinfection.

Um Ansteckung durch Krankheitserreger sicher zu verhindern, muss man Kenntnisse nach zwei Richtungen haben. Man muss erstens in Erfahrung bringen, welche Gegenstände Infectionsstoffe ausschliesslich oder vorzugsweise enthalten, und man muss zweitens wissen, welchem Verfahren die inficirten Gegenstände zu unterwerfen sind, um die auf ihnen haftenden Infectionskeime wirklich zu zerstören oder unwirksam zu machen.

Unser Wissen ist in dieser Beziehung bisher ein sehr lückenhaftes; nur einige wenige Thatsachen liegen vor, welche wir in dem eben erörterten Sinne verwerthen können.

Desinfectionsobjecte.

Als Thatsache darf angenommen werden, dass durch Wäsche und Kleidungsstücke, namentlich durch beschmutzte feuchte Wäsche, welche von Cholerakranken getragen wurde oder überhaupt in Infectionsorten sich befunden hat, eine hinreichende Menge Infectionsstoffe nach einem zweiten, bisher seuchenfreien Orte gebracht werden kann, so dass Personen, welche dort zunächst mit diesen Gegenständen in unmittelbare Berührung kommen, inficirt werden können.

Weiter sind mehrere Fälle bekannt, die fast mit Gewissheit annehmen lassen, dass namentlich feuchte, sehr wasserhaltige und schleimige Nahrungsmittel aus Choleraherden mit Infectionsstoffen in so reichlicher Menge behaftet sein können, dass ihr Genuss die Krankheit hervorruft. Auch scheint der Cholerastoff den Stuhlgängen und dem Erbrechen der Kranken zu inhäriren. Weiter liegt die Erfahrung vor, dass Nähe der Choleraleichen Ansteckung bewirkt.

Der Infectionstoff der Pest soll sich in der Atmosphäre der Pestkranken verbreiten, und insbesondere an dem Eiter und der Jauche der Bubonen oder Carbunkel, dem Blute und vielleicht auch an anderen Flüssigkeiten des Kranken haften. Er soll unter Umständen jahrelang unverändert bleiben können, andererseits ist auch wieder beobachtet worden, dass Wäsche, Kleider u. s. w. von Pestkranken auch ohne alle Desinfection wirkungslos wurden, wenn sie längere Zeit frischer Luft ausgesetzt waren.

Was den Infectionsstoff des Flecktyphus anbelangt, so kann derselbe sowohl von dem Kranken, als von allen Gegenständen, mit welchen der Kranke in Berührung kam, ausgehen. Oft genügt ein sehr kurzer Aufenthalt im Krankenzimmer, um Ansteckung zu be-

wirken. Bei gleicher Empfänglichkeit wächst die Gefahr zu erkranken mit der Dauer des Aufenthaltes in der Nähe der Kranken. Je geringer der Luftraum um einen Kranken herum und je schlechter die Ventilation desselben ist, desto eher überträgt er die Krankheit. Die Gefahr der Ansteckung wird durch reichliche Ventilation und grossen Luftraum der Krankenzimmer vermindert. In Häusern und Wohnungen, die mit Menschen überfüllt sind, ist beim Ausbruch einer Flecktyphus-Epidemie die Zahl der Erkrankungen stets die grösste. Der Ansteckungsstoff kann auch von Personen ausgehen, welche selbst gar nicht an Flecktyphus leiden, aber sich in Verhältnissen befunden haben, welche der Entstehung der Krankheit günstig sind. Wiederholt wurde beobachtet, dass Gefangene, welche in übervölkerten, schmutzigen Gefängnissen ohne jeden Kleider- und Wäschewechsel längere Zeit in Haft waren, bei ihrer Zusammenkunft mit Richtern, Geschwornen diese inficirten, ohne selbst an Typhus zu erkranken.

Dass mitunter die Kleider den Ansteckungsstoff bergen und verbreiten, dürfte wohl angenommen werden. Bei einer Flecktyphus-Epidemie der Wiener Garnison wurde von Haller die interessante Beobachtung gemacht, dass unter Truppentheilen mit dunkler Uniform viel häufiger Erkrankungen auftreten, als bei helluniformirten.

Zahlreiche Erfahrungen lassen den Schluss zu, dass der Ansteckungstoff des Fleektyphus auch an Mauer- und Holzwerk, Tapeten, Vorhängen und ähnlichen Dingen hafte. Sehr verbreitet ist die Anschauung, dass die Uebertragung des Fleektyphuskeimes von Kranken oder inficirten Gegenständen auf Gesunde an eine bedeutende Annäherung gebunden sei.

Die Recurrenzseuchen treten vorzugsweise, jedoch nicht ausschliesslich in Ländern mit mässiger oder starker Malaria auf und sind theils Vor-, theils Nachkrankheiten des Wechselfiebers. Es gibt Recurrenzseuchen, wo dieser Typhus allein herrscht, aber auch solche, wo neben ihm andere Typhen mehr oder weniger stark verbreitet sind; Ruhr und Scorbut herrschen ebenfalls oft neben ihm. Auch dieser Typhus wird durch entkräftende Einflüsse und durch schlechte Lebensverhältnisse erzeugt.

Durch das während des Fieberanfalles entnommene Blut ist die Krankheit impfbar. Dieser Umstand ist um so bedeutungsvoller als im Blute Recurrenzkranker eine morphologisch sehr scharf charakterisirte Bacterienform, die sogenannte Spirochaeta (durch Obermaier) entdeckt wurde. Diese Spirochaeta ist ein dünner, spiralig gewundener Faden, der sich lebhaft rotirend fortbewegt und bei einer Dicke von 0·001 Millimeter 0·15 bis 0·2 Millimeter lang wird.

In den Secreten der Kranken ist diese Bacterie nicht nachweisbar, dagegen ist das regelmässige Auftreten derselben im Blute Recurrenzkranker während des Anfalles vielfach bestätigt worden. Trotzdem negiren die Gegner der Pilztheorie die pathogene Bedeutung dieser Spirochaeta und schreiben ihr nur eine pathognostische Bedeutung zu.

Sehr unklar und weit auseinandergehend sind die Anschauungen über das Entstehen, die Natur, Haftbarkeit und Uebertragung des Ileotyphuscontagiums. Immer mehr neigt man sich gegenwärtig der Ansicht zu, dass bei der Entstehung und Verbreitung des Unterleibstyphus Fäulnissstoffe eine gewisse Rolle spielen und dass namentlich die Faecalstoffe nach ihrer Zersetzung in fermentartige Stoffe die erzeugende Krankheitsmaterie des Ileotyphus seien, indem sie sich entweder aus Anhäufungen der menschlichen Excremente in der Luft verbreiten und durch die Athmungsorgane in den Körper gelangen, oder das Erdreich durchdringen und so unser Trinkwasser verunreinigen. Namentlich werden in die Wohnung dringende Abtrittsgase und Trinkwasser, das mit excrementieller Jauche verunreinigt ist, beschuldigt, die Krankheit zu erzeugen.

Pettenkofer's Ansicht betreffs des Typhus geht, wie bereits früher erwähnt wurde, dahin, dass das specifische Gift nur unter gewissen örtlichen und zeitlichen Bedingungen die Fähigkeit und die Tendenz hat, sich ausserhalb des menschlichen Körpers zu vervielfältigen und dass nur in dem Falle, als diese Bedingungen vorhanden sind, eine eigentliche Typhusepidemie entstehen könne.

Griesinger stellt für Typhusepidemien vier ätiologische Kategorien auf: solche, die durch Fäulniss spontan, durch Contagien, durch Trinkwasser und die auf folgende Art entstehen: „Ein Typhuskranker, der von aussen in das Haus kommt, steckt nicht unmittelbar an, aber er theilt dem Hause etwas mit, was zur Typhusursache wird."

Träger von Ileotyphusgift sind nach Gietl vor Allem die Ausleerungen. Gietl meint, dass ihre weitere Zersetzung und Fäulniss das Gift mehr aufschliesse und dessen Verbreitung begünstigte. Der rein gehaltene Leib des Typhuskranken und dessen Leiche stecken nicht an. Das Typhusgift habe seinen Keimboden auf der Schleimhaut des Nahrungscanals. Die Keimfähigkeit scheint von langer Dauer zu sein. Der Typhus wird durch fieberlose Typhuskranke — mit Typhusdiarrhöe Behaftete — die noch herumgehen und reisen können, verschleppt. Durch faecalbeschmutzte Wäsche und Kleider geschieht ebenfalls die Verschleppung.

Die Erfahrungen und Ansichten über die Contagiosität der Ruhr lauten ebenso widersprechend, wie jene über Ileotyphus.

Wie gross aber auch die Verschiedenheiten der Meinungen über die Contagiosität der Ruhr ist, so gibt es doch eine Reihe von Thatsachen, welche eine Uebertragung der Krankheit zumal in ihren intensiven Formen, durch Vermittlung der Entleerungen nicht bezweifeln lassen.

Dass Diphtheritis und Keuchhusten wirklich contagiöse Krankheiten sind, und dass das Contagium vorzugsweise an den Expectorationen hafte, ist schon lange erkannt.

Durch neuere Beobachtungen soll nunmehr die parasitische Natur der Diphtheritis festgestellt sein. Es lassen sich nämlich so-

wohl in den diphtheritischen Membranen, als auch in dem diphtheritisch durchsetzten Gewebe, bei schwereren Fällen auch in den Säftecanälen regelmässig Micrococcen und Bacterien der kleinsten Art nachweisen. Ihre pathologische Bedeutung wird damit erklärt, dass sie die Zellensubstanz durchsetzen, das Gewebe zum Theil zerstören, in Blut, Lymph- und Harncanäle eindringen und dieselben verstopfen.

Diese Anschauung findet ihre Berichtigung in der Thatsache, dass bei Diphtherie nach der Aufnahme des Giftes in den Körper immer zuerst diejenige Stelle erkrankt, auf welcher das Gift sich festgesetzt hat und dann erst die allgemeine Erkrankung sich einstellt.

Die Ansteckung findet statt entweder durch Einathmen der Athemluft eines Diphtheritischen in nächster Nähe desselben, oder durch ausgehustete diphtheritische Massen, endlich auch durch Vermittlung fester Gegenstände, an denen sich das Gift fixirt.

Die Diphtherie verbreitet sich in der Bevölkerung weniger rasch als Masern, Pocken u. dgl.; sie zeigt oft ein auffällig zähes Festhalten an einzelnen Gegenden, Häusern und sogar Zimmern.

Die Verbreitung der Diphtheritis erfolgt in einzelnen Epidemien ohne jede nachweisbare Betheiligung von Contagien; so wurde wiederholt die Beobachtung gemacht, dass nicht selten gleichzeitig an weit von einander entfernten Orten Erkrankungen an Diphtheritis ohne jede Vermittelung des Verkehrs und ohne jede ersichtliche Continuität mit Diphtheritiskranken auftreten.

Der Ansteckungsstoff bei akuten Exanthemen (Pocken, Scharlach, Masern) wird meistens durch die Luft verbreitet, welche denselben wahrscheinlich in Staubform aufnimmt und seinen Transport vermittelt. Es haftet auch an den Gegenständen, welche mit den Kranken in Berührung waren und kann auch durch Gesunde verbreitet werden. Wäsche von Pockenkranken, wenn sie bei Abschluss von Luft aufbewahrt wird, kann lange Zeit die ihr allfällig anhaftenden Krankheitskeime wirksam erhalten.

Der Sitz des Pockencontagiums ist hauptsächlich die Blattern-Pustel und zwar sowohl im flüssigen als im getrockneten Zustande. Die Contagiosität der Pockenpustel beginnt schon mit ihrem Ausbruch. Das Blut Pockenkranker enthält ebenfalls das Contagium, aber in geringer Menge. Zülzer konnte mit solchem Blut Affen impfen. Das Contagium haftet auch an den Leichen der an Pocken Gestorbenen.

Man kann annehmen, dass auch bei Scharlach und Masern die erkrankten Hautpartien den Giftstoff enthalten, doch konnte seine Gegenwart in der sich abschuppenden Haut durch Impfversuche nicht dargethan werden, während z. B. nachgewiesen ist, dass im Nasenschleim Masernkranker sich wirksames Gift vorfindet.

Bei den acuten Exanthemen tritt ganz besonders deutlich die Erscheinung auf, dass auch bei Import des Krankheitsgiftes in einer Ortschaft sich die Krankheit nicht immer ausbreitet; dies ist nur manchmal und in derselben Zeit nur in manchen Orten der

Fall. Die Erfahrung hat gelehrt, dass zugereiste pockenkranke Personen in manchen Fällen eine sehr bedeutende, in andern gar keine Ausbreitung der Krankheit bewirken. Die zeitlichen oder örtlichen Verhältnisse, welche eine solche temporäre Immunität bedingen, kennt man bis jetzt noch gar nicht.

Bei den ansteckenden Ophthalmien wirkt das blennorrhoische oder pyorrhoische Secret der Augen für die gesunde Conjunctiva ansteckend. Die Uebertragung geschieht meistentheils durch Hände, die mit solchem Secret verunreinigt sind, dann auch durch Wäsche, Verband- und Sacktücher, an denen das Secret haftet.

Ophthalmien, deren Secret ansteckend wird, entstehen auch spontan und zwar durch verschiedene Einflüsse, welche auf die Conjunctiva reizend wirken, dann aber auch durch Uebertragung von Tripperstoff aus den männlichen oder weiblichen Genitalien, sowie wahrscheinlich auch durch Lochiensecret.

Die Uebertragung des Syphiliscontagiums geschieht meist durch den Geschlechtsverkehr und wird ferner von den Eltern auf die Kinder vererbt. Es sind auch Uebertragungen constatirt, die durch Berührung von Gegenständen (Trinkgefässen, Pfeifen, Löffeln u. s. w.), an welchen ansteckendes Syphilissecret haftet, mit geeigneten Körperflächen (Schleimhäuten, verletzten Hautstellen u. s. w.) stattfanden. Die Ansteckung kann auch durch Stillen veranlasst werden und zwar kann sowohl eine kranke Amme ein gesundes Kind, als umgekehrt ein krankes Kind eine gesunde Amme anstecken. Als Hauptträger des Ansteckungsstoffes ist der von syphilitischen Geschwüren secernirte Eiter anzusehen.

Desinfectionsmittel.

Für die Wahl der Desinfectionsmaassregeln war von jeher die zur Zeit jeweilig herrschende Anschauung über die Krankheitsursachen bestimmend. Als man im Mittelalter den Genuss von Brunnenwasser als das Ursächliche der Seuchen erkannt haben wollte, nahm man logischer Weise an, dass ein Brunnen, der vorher gesundes Wasser lieferte, nur dann schädlich wirken kann, wenn er vergiftet sei. Die vermeintlichen Urheber, gegen die sich die allgemeine Wuth richtete, waren dann bald gefunden.

Später als man die Epidemien durch schädliche Dünste in der Luft entstehen liess und zufällig sah, dass heftige Winde Epidemien milderten und unterbrachen, hat man zu dem Mittel gegriffen, künstlich durch starke Luftbewegungen, durch grosse Feuer, durch Lösung starker Kanonenladungen die Epidemien zu vertreiben*).

Sehr gewöhnlich werden noch heute die Ansteckungsstoffe mit den riechbaren Gasen identificirt. Man glaubt, wenn man diese vernichtet oder gar nur verdeckt habe, so sei schon genug gethan. Das ist aber ein verhängnissvoller Irrthum, denn der üble Geruch zeigt vielleicht manchesmal die Anwesenheit von Infectionsstoffen

*) Hofmann, Vtljr. f. öffentl. Gesundheitspflege 1880, p. 41.

an, dagegen ist Geruchlosigkeit kein Beweis für die Abwesenheit von Infectionsstoffen.

Für Manche, sagt Nägeli, erscheint es hinreichend, dass etwas ein Gift ist, um es als Desinfectionsmittel zu empfehlen. Um die Art und Weise, wie es wirkt, und um die Menge, welche für eine gewisse Wirkung erforderlich ist, kümmert man sich wenig. Es gibt Desinfections-Recepte, welche auf den erfahrenen Forscher den nämlichen Eindruck machen, wie etwa die Meinung eines Halbgelehrten, er könne sich durch eine bittere Mandel um's Leben bringen, weil dieselbe Blausäure enthalte.

Die gegenwärtige Theorie, welche gewisse Mikroorganismen in ursachlichen Zusammenhang mit ansteckenden Krankheiten bringt, sieht als eines der wirksamsten Schutzmaassregeln gegen Infectionskrankheiten die Anwendung von Mitteln an, welche der Entwicklung dieser Krankheitserreger vorbeugen, oder bereits vorhandene Ansteckungsstoffe fortschaffen, zerstören, unwirksam machen. Die Unschädlichmachung dieser Infectionsorganismen ist nicht etwa nur durch die vollständige Zerstörung derselben zu erreichen, es kommen auch noch solche Mittel in Betracht, welche die Lebensthätigkeit und Fortpflanzungsfähigkeit dieser organischen Gebilde aufheben. Die Aufgabe der Desinfection ist darum viel klarer und bestimmter geworden.

Die Desinfectionsmittel lassen sich eintheilen:

1. in solche, welche die Mikroorganismen sicher tödten;

2. in solche, welche ihre Lebensthätigkeit und Vermehrungsfähigkeit dauernd oder doch für längere Zeit hemmen;

3. in solche, welche die Fortentwicklung der Mikroorganismen dadurch hindern, dass sie die für das Gedeihen der Mikroorganismen nothwendigen Nährstoffe (Eiweiss, Phosphate u. s. w.) aus dem Nährboden entfernen. Die letzteren wirken zugleich desodorisirend.

Ad 1. Hitze, in der erforderlichen Dauer und Stärke angewendet, zerstört sicher alle Ansteckungsstoffe. Ob schon die Siedehitze des Wassers ausreicht, alle Krankheitskeime zu tödten, kann gegenwärtig noch nicht unbedingt bejaht werden. Doch lässt sich mit Rücksicht auf die organisirte Natur der Ansteckungsstoffe mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass dies mit Ausnahme der Dauersporen in den meisten Fällen zu erwarten ist.

Bezüglich der Ansteckungsstoffe bei gelbem Fieber, Puerperalprocessen, Pest ist bestimmt nachgewiesen, dass sie durch eine Temperatur von 100° unwirksam werden. Cohn hat gefunden, dass kurzes Kochen auf 80° hinreicht, die Entwicklung der Bacterien zu fördern.

Man nimmt an, dass trockene Hitze erst dann sicher wirke, wenn sie auf 110 bis 125° C. gesteigert wird und die zu desinficirenden Sachen mehrere Stunden lang diesem Hitzegrad angesetzt bleiben. Die Anwendung feuchter und trockener Hitze findet in verschiedener Art statt und wird später noch erörtert.

Ad 2. Um die Mikroorganismen in einen Zustand zu versetzen, in dem sie dauernd oder doch für längere Zeit sich weder vermehren, noch sonst irgend welche Lebensäusserungen zeigen können, sind verschiedene, chemisch wirkende Mittel in Vorschlag gekommen.

Thatsächlich übt eine Reihe von Substanzen auf verschiedene Mikroorganismen einen unverkennbar feindlichen, entwicklungshemmenden und zuweilen wirklich tödtenden Einfluss aus, doch muss hervorgehoben werden, dass diese Stoffe nur in gewisser Concentration und nur dann, wenn die Berührung derselben mit den Mikroorganismen eine sehr innige ist, sich wirksam erweisen. Auch ist nicht zu übersehen, dass von keiner in einzelnen Fällen noch so einflussreichen Substanz vorausgesetzt werden kann, dass sie auch in anderen Fällen mikroorganismenfeindlich wirke.

Buchholz*) fand, dass das Vermögen von Nährflüssigkeiten Fäulnissbacterien in sich aufzunehmen und ihre Reproductionsthätigkeit anzuregen, aufgehoben werde, durch:

Sublimat	in einer	Verdünnung	v.	1	Th.	auf	20000	Th.	Flüssigkeit
Thymol	„	„	„	„	„	„	2000	„	„
Benzoesaur. Natron	„	„	„	„	„	„	2000	„	„
Kreosot	„	„	„	„	„	„	1000	„	„
Benzoesäure	„	„	„	„	„	„	1000	„	„
Salicylsäure	„	„	„	„	„	„	666	„	„
Carbolsäure	„	„	„	„	„	„	200	„	„
Chinin	„	„	„	„	„	„	200	„	„
Alkohol	„	„	„	„	„	„	50	„	„
Chlor	„	„	„	„	„	„	25000	„	„
Schweflige Säure	„	„	„	„	„	„	666	„	„
Dämpfe d. Salpetersäure			„	„	„	„	666	„	„

Von diesen eben genannten Desinfectionsmitteln können nur einige wenige praktische Verwendung finden. Es ist selbstverständlich, dass man einen so giftigen und gefährlichen Körper, wie Sublimat ist, für Desinfectionszwecke möglichst ausschliessen wird. Es können auch nicht Chinin, Thymol, Benzoesäure, Salicylsäure, Alkokol, überhaupt nicht solche Präparate eine ausgebreitete Verwendung finden, welche, ohne wirksamer zu sein, im Preise viel höher stehen, als die billigen Desinfectionsmittel: Carbolsäure, schwefligc Säure, Salpetersäure, Chlor.

Thatsächlich kommen nur die letztgenannten Desinfectionsmittel für praktische Zwecke in Betracht, weshalb deren Wirkung und hygienischer Werth nachstehend näher erörtert werden soll.

Das Chlor. Die Wirkung dieses Gases besteht darin, dass es sich mit dem Wasserstoff der organischen Körper und jenem des Wassers zu Chlorwasserstoff verbindet, nascirenden Sauerstoff in Freiheit setzt und durch Oxydation organische Gebilde zerstört. Das Chlorgas zerlegt auch Ammoniak, Schwefelammon, Schwefelwasserstoff und die gasförmigen Kohlenwasserstoffe. Es wirkt auf viele Pigmente bleichend, und greift alle Metalle heftig an, diffundirt

*) Archiv f. exp. Pathologie. Bd. IV, pag. 1 bis 80.

leicht und reizt, nur in geringer Menge der Luft beigemischt, die Respirationsorgane heftig.

Demzufolge können energische Chlorräucherungen nur in unbewohnten Räumen, aus denen alle durch Chlor angreifbare Gegenstände entfernt sind, zur Anwendung kommen.

Das Chlor wird meist in Form von Chlorkalk angewendet. Schon durch die Einwirkung der Luftkohlensäure auf Chlorkalk (ein Gemenge von unterchlorigsaurem Kalk, Chlorcalcium und Kalkhydrat) findet eine fortwährende, langsame Chlorentwicklung von selbst statt, die durch Zusatz von Wasser und öfteres Umrühren verstärkt wird. Eine sehr reichliche Entbindung von chlorhaltigen Dämpfen findet statt, wenn man dem Chlorkalk Salzsäure zusetzt; noch grössere Mengen von Chlor entwickeln sich durch Erwärmen einer Mischung von 1 Theil Braunstein und 4 Theilen Salzsäure von 1·010 specifischem Gewicht.

Ausser zur Chlorentwicklung dient der Chlorkalk auch zur Desinfection der Latrinengruben; bei längerer Verwendung des Chlorkalkes für diesen Zweck wird jedoch das Mauerwerk angegriffen.

Die schweflige Säure ist eines der am häufigsten zur Anwendung kommenden Desinfectionsmittel. Ihre Leistung besteht darin, dass sie fermentwidrig wirkt, Pilze tödtet, Schwefelwasserstoff zersetzt, organischen Stoffen Sauerstoff entzieht und sie in ihrer Zusammensetzung und Natur verändert.

Werden Pflanzensamen der Einwirkung schwefliger Säure ausgesetzt, so verlieren sie ihre Keimkraft; Senfmehl mit verdünnter schwefliger Säure befeuchtet, entwickelt kein Senföl mehr.

Besonders energisch gestaltet sich die Wirkung der schwefligen Säure bei gleichzeitiger Anwesenheit von Feuchtigkeit oder wenn die zu desinficirenden Gegenstände befeuchtet sind.

Bezüglich der Anwendung der schwefligen Säure zur Desinfection ist darauf Bedacht zu nehmen, dass sie eine grosse Zahl organischer Farbstoffe bleicht, besonders aber ist zu berücksichtigen, dass sie eine reizende Wirkung auf die Respirationsorgane ausübt. Die schweflige Säure kann demnach nur in geschlossenen Behältern zur Anwendung kommen.

Sie wird entwickelt, indem Schwefelfäden oder Stangenschwefel in einem irdenen Gefäss angezündet werden.

Zur Desinfection eines Zimmers mittlerer Grösse wird gewöhnlich etwa ein Kilogramm Schwefel bei dicht verschlossenen Fenstern und Thüren verbrannt.

Salpetrige Säure. Durch Räucherungen mit salpetriger Säure wurde im Jahre 1770 eine Typhusepidemie zu Winchester abgeschnitten. (Der Rathgeber erhielt vom Parlament eine Belohnung von 5000 Pfund Sterling.)

Die Wirkung der salpetrigen Säure liegt in ihrem grossen Oxydationsvermögen. Mit organischen Stoffen in Berührung gibt sie an diese ein Aequivalent Sauerstoff ab, wodurch sie in Stickstoffoxyd umgewandelt wird.

Das Stickoxyd verwandelt sich durch Verbindung mit Luftsauerstoff augenblicklich in Stickstoffperoxyd, welches wieder Sauerstoff abgibt. Es wird demnach durch die salpetrige Säure eine grosse Menge von Sauerstoff frei, die organische Substanzen zerstört oder verändert. Namentlich wird durch salpetrige Säure der Leichengeruch schnell beseitigt.

Das Gas reizt die Lungen heftig, und erzeugt bei vielen Personen Schwindel, Uebligkeiten und Erbrechen. Es eignet sich demnach nur für unbewohnte Räume.

Salpetrige Säure stellt man dar durch Einlegen eines Stückes Kupfer in wenig verdünnte Salpetersäure.

Carbolsäure und carbolsäurehaltige Präparate. Hoppe-Seyler hat gezeigt, dass keine niederen Organismen in einer Flüssigkeit leben können, welche 1% Carbolsäure (Phenol) enthält.

Manassein beobachtete, dass schon $^1/_{10}$% genügt, die Sporenkeimung der Schimmelpilze zu verhindern und Zürn berichtet, dass selbst $^1/_{20}$% die Bacterien sofort tödtet.

Die Wirkung der Carbolsäure ist demnach eine antibacterielle, indem sie die Lebensvorgänge der Mikroorganismen aufhebt. Sie ist ein ausgezeichnetes Mittel zur Verhütung von Pilzbildungen, was auch die neueren Erfahrungen über die Wirkung der Carbolsäure bei chirurgischen Verbänden nach Lister bestätigen. Die Carbolsäure kommt entweder als reine (krystallisirte) oder als rohe Carbolsäure im Handel vor. Letztere enthält nur 20 bis 50% Carbolsäure, weshalb bei ihrer Verwendung zwei- bis dreimal mehr genommen werden muss, als von reiner Carbolsäure.

Um dieselbe in Anstalten oder beim Herrschen von Epidemien in rasch verwendbarer, flüssiger Form vorräthig zu haben, empfiehlt es sich, die Säure durch Einstellen in warmes Wasser zunächst zu schmelzen und sodann, mit 10% Spiritus versetzt, im geschlossenen Gefäss aufzubewahren.

Zu beachten ist bei der Anwendung der lang haftende, vielen Menschen äusserst widrige, intensive Geruch, welcher besonders der rohen, unreinen Carbolsäure eigen ist und die Verwendung vielfach nicht gestattet.

Die reine Carbolsäure findet in der Regel nur behufs Entwicklung von Carboldämpfen in Krankenzimmern, hauptsächlich zur Herstellung von Verbänden bei Wunden, Geschwüren und dergleichen Verwendung, während die rohe Carbolsäure meist bei der Desinfection der Aborte, Latrinen und Canäle und zwar oft in Verbindung mit Eisenvitriol Anwendung findet.

Wenn man irgend ein Pulver mit Carbolsäure imprägnirt und es dann der Luft aussetzt, so verbreitet sich der Carbolgeruch in dem betreffenden Raum, indem fortwährend, wenn auch stets nur in minimaler Menge, Carbolsäure dampfförmig wird und sich der Luft mittheilt. Die beste Wirkung wird erzielt durch Vermischen von Carbolsäure mit Kalk, wodurch man den sogenannten carbolsauren Kalk erhält. Man bereitet dieses Präparat, indem man zunächst

100 Theile gebrannten Kalk mit nur soviel Wasser besprengt, als zur pulverförmigen Ablöschung des Kalkes erforderlich ist, worauf alsdann nach vollständiger Erkaltung 3 bis 5 Theile roher, mit Wasser angerührter Carbolsäure allmälig und gleichmässig beigemischt werden. Die erhaltene Masse ist durch ein Sieb zu schlagen und an einem kühlen, trockenen Ort wohlverschlossen aufzubewahren.

Die Anwendung des carbolsauren Kalkes geschieht entweder durch Aufstreuen oder durch Untermischen und werden bei Desinfection von Latrinen auf 1 Cubikmeter Inhalt 1 bis $1^1/_4$ Kilogramm des Pulvers gerechnet.

Kreosot, Kressylalkohol, Xylol, Thymol, Benzol haben eine ähnliche Wirkung wie Carbolsäure; doch sind diese Präparate theurer. Noch mehr gilt das von der Salicylsäure.

Ad 3. Zum Zweeke der Desinficirung der Excremente wendet man verschiedene chemische Präparate an, von denen man annimmt, dass sie entweder in den Excrementen eine starke Fällung verursachen und dadurch einen grossen Theil von zersetzlichen Stoffen und von vorhandenen Organismen präcipitiren oder aber einzelne, der für die Mikroorganismen nothwendigen Nährstoffe (Eiweiss, Phosphate u. s. w.) grösstentheils aus der über dem Niederschlag befindlichen Excrementen-Flüssigkeit entfernen.

Solche Wirkungen schreibt man dem Aetzkalk, mehreren Metallsalzen, insbesondere dem Sublimat, Eisenvitriol, Zinkvitriol, Alaun, Kupfersulfat, Chlormagnesium und vielen anderen Chemikalien zu. Doch lehrt die Erfahrung, dass die dieser Gruppe angehörigen Körper niemals eine so weit vollständige Alteration des Infectionsobjectes bewirken, welche mit vollem Recht als Desinfection bezeichnet werden könnte. Die Wirkung dieser Stoffe beschränkt sich meistens auf die Desodorisirung der Excremente.

Doch hat auch die Desodorisation an und für sich einen gewissen hygienischen Werth. Verschiedene stinkende Gase, welche sich durch Zersetzung der Excremente bilden, sind wie wir wissen (Seite 289), thatsächlich schädlich, da sie sowohl im concentrirten Zustande als auch mit Luft verdünnt bei permanenter und längerer Einwirkung schwere Gesundheitsstörungen verursachen können.

Beachtenswerth ist auch die von Wernich mitgetheilte Thatsache, dass eine mit Fäulnissgasen verunreinigte Atmosphäre Nährlösungen derart beeinflusst, dass sie in einem bedeutend höheren Grade, als in reiner Luft, für die Aufnahme und Entwicklung der Mikroorganismen prädisponirt werden.

Die Desodorisirung befreit uns schliesslich von dem unangenehmen, lästigen Eindrucke, den der Gestank schafft, und trägt zur Salubrität wesentlich bei.

Die zur Desinfection (Desodorisirung) der Excremente verwendbaren Mittel müssen neben ihrer Wirksamkeit einen billigen Preis und keine Eigenschaften besitzen, durch welche die Aborte, Fallröhren, Senkgruben oder Canäle etc. beschädigt werden könnten.

Die bekanntesten Desinfectionsmittel für Excremente sind:

Poröse Körper. Der üble Geruch, den Excremente verbreiten, hängt mit der Abdunstung des in ihnen enthaltenen Wassers innig zusammen. Warme Luft und Sonnenschein trocknen Excremente schnell so weit aus, dass sie geruchlos werden. Eine ähnliche Veränderung kann man durch austrocknende, wasserbindende Substanzen, die man in hinreichender Menge aufstreut, fast augenblicklich hervorbringen. Bedeckt man frische Excremente mit einer etwa gleichen bis doppelten Menge trockener Ackererde, Kohle, Asche, Lohe, Sägespäne oder eines Gemisches von 20 Theilen gebranntem Kalk und 80 Theilen Holzkohle (Müller-Schür), so verschwindet sofort der Geruch.

Für die Absorption der Stinkgase erweist sich die poröse Kohle besonders wirksam. Bezüglich der Desinfectionskraft der verschiedenen Kohlenarten wurde von Eulenberg und Vohl folgendes Verhalten der Kohle experimentell festgestellt und für die Erklärung der Desinfection verwerthet: Poröse Kohle (Holzkohle, Torfkohle und Coaks aus Braunkohle) nimmt — namentlich wenn sie entgast wurde — sehr energisch Kohlenoxyd, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, schweflige Säure, Ammoniak, Schwefelammonium und andere Riechstoffe in sich auf. Die von der Kohle absorbirten Stoffe werden zugleich oxydirt. Schwefelwasserstoff wird zu schwefliger Säure, diese zu Schwefelsäure, Ammoniak zu salpetersaurem Ammoniak umgewandelt. Die meisten Riechstoffe werden als solche durch die Oxydation zerstört. Die hervorragendste desodorisirende Wirkung hat die Holzkohle von leichten Hölzern und namentlich von leichtem Torf, dessen Asche, aus Gyps und kohlensaurer Erde bestehend, die Wirkung unterstützt. Mischungen von Kalk, Magnesia und Kohle binden das Ammoniak und die Phosphorsäue der Excremente *). Eine Mischung von Thierkohle, Thon und Alaunabgängen ist das Sillar'sche Präparat. Eine besonders wirksame Mischung soll erhalten werden durch Brennen von Dolomit und Zusatz von Kohle.

Kalk. Die Wirkung des gebrannten Kalkes beruht auf seiner Fähigkeit, Wasser, Kohlensäure, phosphorsaure, flüchtige und andere Fettsäuren, Schwefelwasserstoff zu binden. Die Verwendung des Kalkes hat den Uebelstand, dass hiebei Ammoniak frei wird. Auch kann, sobald zersetzende Einflüsse auf das Schwefelcalcium wirken, der früher gebundene Schwefelwasserstoff sich wieder entwickeln. Wirksamer erweist sich der Kalk, wenn man ihm Alaun zumischt.

Eisenvitriol. Man erklärt die Wirkung des Eisenvitriols in der Art, dass, sobald dieser Körper mit Producten der Fäulniss in Berührung kommt, Schwefelwasserstoff und Ammoniak in feste Form übergeführt werden, indem die Schwefelsäure des Vitriols das Ammoniak bindet und das hiebei freiwerdende Eisenoxydul zu Schwefeleisen sich umsetzt.

Weiter wird dem Eisenvitriol desinficirende Kraft zugeschrieben und auf die Eigenschaft bezogen, mit Albuminaten oder aus den-

*) Eulenberg und Vohl, Vrtljschr. f. gerichtl. Medicin. 1870, p. 230.

selben entstandenen Zersetzungsproducten unlösliche Verbindungen einzugehen, also gelöste Fäulnissstoffe ihrem Wirkungskreise dadurch zu entziehen, dass sie unlöslich gemacht werden.

Zugleich verzögert der Eisenvitriol wegen seiner sauren Reaction den Eintritt der ammoniakalischen Gährung, worauf Pettenkofer Werth legt, da er in der alkalischen Gährung der menschlichen Excremente eine wesentliche Bedingung der Entwicklung krankmachender Mikroorganismen erblickt.

Seine Anwendung geschieht in Auflösung (1 Theil Eisenvitriol auf 25 Theile heissen Wassers), und es genügen in der Regel 25 Gramm Eisenvitriol für die täglichen Excremente eines Menschen. Zur Desinfection von Latrinen ist dem Inhalt so viel Eisenvitriollösung zuzusetzen, bis die ganze Masse sauer wird, was durch Röthung des Lakmuspapiers erkannt wird.

Ein Nachtheil des Eisenvitriols besteht darin, dass Blech und Zinkgefässe, sowie Zeugstoffe durch denselben verdorben werden.

Chlorzink, Eisenchlorid, Zinkvitriol, Kupfervitriol, Bleinitrat, Alaun, schwefelsaure Thonerde wirken ähnlich wie Eisenvitriol.

Desinfectionsverfahren.

Perschiedene Rücksichten fordern von dem Desinfectionsverfahren, dass es das Object schone und nur das schädliche Agens treffe; bei der praktischen Durchführung der Desinfection wird nicht selten der Schwerpunkt auf die Schonung des Objectes in dem Masse gelegt, dass hiebei der eigentliche Zweck der Desinfection verloren geht.

Da also die Wahl der Desinfectionsmethode sich hauptsächlich nach der Natur und dem Werthe des zu desinficirenden Objectes richtet, so erscheint es zweckmässig, mit Rücksicht auf diesen Gesichtspunkt das Desinfectionsverfahren abzuhandeln.

Es sei zunächst bemerkt, dass die Gefahr der Ansteckung so lange bestehen bleibt, als noch Keime am Menschen und in der Nähe desselben, weiter an seinen Gebrauchsgegenständen und an seinen Aufenthaltsräumen vorhanden sind.

Die Desinfection hat sich demnach auf alle Objecte zu erstrecken, welche inficirt sein können.

Desinfection der Kranken.

Es drängt sich die Frage auf: Können wir überhaupt Menschen desinficiren? In früherer Zeit wurden thatsächlich Maassregeln angeordnet, welche dies bezwecken sollten. In den Quarantaineanstalten wurden die Reisenden gezwungen, sich mit Chlor anräuchern zu lassen. In neuerer Zeit wird mit Recht diese Art der Desinfection allgemein als überflüssige Belästigung bezeichnet und nicht mehr geübt. Wir können nicht einen Menschen durch eine Luft desinficiren, in welcher er selbst ganz leicht leben kann. An Stelle der Desinfection muss vielmehr die Isolirung der Kranken treten.

Mit ansteckenden Krankheiten Behaftete sollten stets von den Gesunden schleunigst getrennt und möglichst rasch und sorgsam isolirt werden.

Bei der Aufnahme in Krankenanstalten sind ansteckende Kranke unverzüglich und wenn irgend möglich, durch besonderen Eingang in die dafür bestimmte Abtheilung zu bringen. In grösseren Gemeinden sind besondere Epidemiespitäler zu errichten und bereit zu halten.

Genesene sind nach vorheriger Zustimmung des Arztes in Seifenwasser zu baden oder, wo dies nicht angeht, mit Carbolwasser oder Carbolseife zu waschen.

Die Leichen der an ansteckenden Krankheiten Gestorbenen sind unter Freilassung des Gesichtes in grosse mit Chlorkalklösung gesättigte Tücher einzuschlagen und von Zeit zu Zeit, namentlich im Sommer oder bei rasch eintretender Verwesung mit Chlorkalklösung zu besprengen oder mit Chlorkalk zu bestreuen.

Die mit der Wartung und Pflege der Kranken oder mit der Besorgung der Leichen betrauten Personen haben lichte, glatte Oberkleider zu tragen, welche vor dem Verlassen der Krankenzimmer, abzulegen und öfter zu waschen und zu desinficiren sind. Der Verkehr der Wärter mit anderen Personen ist nach Möglichkeit zu beschränken.

Desinfection der Räume.

Eine einfache und wirksame Desinfection ist nur möglich, wenn die Räume unbewohnt sind und keinerlei Gegenstände bergen, die das Desinfectionsverfahren einschränken. Am zweckmässigsten ist es, wenn Alles entfernt ist, so dass man nur die Wände und den Boden zu desinficiren hat.

Man begegnet noch vielfach der Vorschrift, die Böden oder Wände mit der Desinfectionslösung zu besprengen. Dies kann jedoch nichts nützen. Bei dem Besprengen werden nur die Stellen wirklich desinficirt, welche von der Lösung getroffen werden; alle übrigen, also vielleicht 20- bis 30mal grösseren Flächen bleiben unverändert.

Um Wände und Böden wirklich zu desinficiren, ist es deshalb erforderlich, dieselben mit den Desinfectionslösungen ganz zu benetzen und gründlich zu waschen. Man kann sich hiezu Handdruckspritzen bedienen. Als desinficirende Flüssigkeiten empfehlen sich entweder eine geklärte Lösung von Chlorkalk oder eine Lösung von reiner Carbolsäure.

Ein zweiter Weg zur Desinfection von Räumen besteht in der Anwendung von gasförmigen Desinfectionsmitteln. Sie wirken nicht blos auf Wände und Böden, sondern auch auf die Gegenstände, die in dem Raume sich befinden. Hiebei empfiehlt es sich, die schweflige Säure bei Anwesenheit von Feuchtigkeit zur Wirkung kommen zu lassen.

Desinfection der Wäsche, Kleider und des Bettzeuges.

Die Desinfection des Bettzeugs, der Kleider, Wäsche und dergleichen Effecten wird einfach, rasch und erfolgreich durch Anwendung von Hitze erreicht.

Ist ein geeigneter Desinfectionsofen vorhanden oder zu benützen, so werden diese Effecten in demselben einer höheren Temperatur mehrere Stunden hindurch ausgesetzt, ein Verfahren, welchem in der Regel nicht nur seidene, wollene, leinene und baumwollene, gefärbte und ungefärbte Stoffe, sondern auch Federn und Haare ohne Schädigung unterworfen werden können, wenn die Hitze 125° nicht übersteigt.

Wenn Kleider oder Wäsche nicht sofort zur Desinfection gebracht werden, so müssen sie eine sicherstellende Vorbehandlung erfahren. Nie sollten sie trocken aufbewahrt werden, sondern sind in mit Desinfectionslösungen (Carbolsäure, Chlorkalk oder Chlorzink) versehene Gefässe zu bringen.

In allen Krankenhäusern, welche an ansteckenden Krankheiten Leidende aufnehmen, sowie in allen grösseren Gemeinden sollten Vorrichtungen zur Ausführung der Hitze-Desinfection vorhanden sein. Die Leistungsfähigkeit dieser Apparate hängt wesentlich von ihrer Construction ab.

Heizapparate, bei welchen die Wärme direct auf Ziegelsteine (z. B. Backöfen) oder Gusseisen übertragen wird, bieten stets die Gefahr des unsicheren Betriebes, da nur zu häufig die Temperatur nicht auf den erforderlichen Grad gebracht wird oder so hoch getrieben wird, dass die Kleider beschädigt und verbrannt werden.

Von gleichmässiger Wirkungsweise sind die Apparate, welche durch heissen Wasserdampf von einer Dampfkesselanlage aus erwärmt werden.

Wo ein derartiger Ofen nicht benützt werden kann, setzt man die inficirten Gegenstände Räucherungen mit Chlor oder schwefliger Säure aus. Das Chlor kann leicht intensive chemische Zerstörungen bewirken, besonders können die Farben angegriffen werden; man zieht deshalb die Behandlung mit schwefliger Säure vor, welche in den meisten Fällen angewendet werden kann.

Selbstverständlich ist, dass man werthlose Gegenstände, beschmutzte Verbandstücke, Stroh u. dgl. verbrennt.

Desinfection der Excremente.

Welche Desinfectionsmittel für die Desodorisirung oder Desinficirung der Excremente zu wählen sind, ist oben erwähnt worden. Auch über die Art, wie solche Desinfectionsmittel in Anwendung kommen, ist bereits oben an verschiedenen Stellen das Wichtigste erörtert. (Siehe Seite 549.)

Hier sei erwähnt, dass es Bedingung für ein rationelles Desinfectionsverfahren ist, dass die Excremente bald nach der Entleerung desinficirt werden, indem hierin nicht blos die Bürgschaft

des Erfolges liegt, sondern auch die Verschwendung des Mittels vermindert wird; es ist ferner unerlässliche Aufgabe, dass dessen Zusatz in richtiger Dosis und in möglichst selbstthätiger, vom Willen und der Gleichgiltigkeit des Menschen nicht abhängiger Weise erfolgt.

Viertes Capitel.

Verminderung der individuellen Disposition.

Fast bei jeder Epidemie wird die Beobachtung gemacht, dass die Bewohner, obschon sie dem Einflusse und der Wirkung specifischer Krankheitsursachen gleichmässig ausgesetzt sind, doch sehr ungleichmässig erkranken, die einen schwer, die anderen leicht und wieder andere gar nicht. Mit Rücksicht hierauf spricht man von einer individuellen Disposition.

Diese Disposition kann durch verschiedene Umstände erworben werden.

Bei der Cholera ist eine Haupterscheinung die Durchschwitzung grosser Mengen Wassers aus allen Organen durch die Schleimhaut des Magens und der Gedärme. Die Disposition zur Cholera vermehren deshalb alle Umstände, welche Störungen der Verdauung und Aufsaugung der Nahrungsstoffe auf die Schleimhaut des Magens und der Gedärme bedingen. Aehnlich wirken Einflüsse, welche durch Zurückdrängen des Kreislaufes von der Körperoberfläche vermehrte Darmausscheidungen veranlassen und die als Erkältungen bezeichnet werden.

Die rationelle Prophylaxis gegen Cholera verlangt daher hauptsächlich zweckmässige Ernährung, sorgsame Hautpflege, gute Bekleidung, sie vermeidet dagegen jeden Diätfehler, den Genuss wasserreicher oder vorwiegend saurer Speisen und jede Verkühlung. Das gleiche gilt auch von der Ruhr.

Auch zu Flecktyphus, Rückfalltyphus und überhaupt zu typhusartigen Erkrankungen disponiren am meisten solche Personen, deren Ernährung eine mangelhafte oder unzweckmässige ist, oder die durch Strapazen, Sorgen und Aufregung körperlich sehr herabgekommen sind.

Die Durchführung der oben bereits angedeuteten Maassregeln zur Abhilfe der Noth der Armen ist demnach ganz besonders bei Typhusepidemien geboten. Selbstverständlich darf man von einer momentanen Verbesserung der Ernährung keine plötzliche und dauernde Verbesserung der Zustände des Körpers erwarten; es dauert wochenlang, bis sich der Körper durch eine veränderte Diät erholt.

Aus dem Umstande, dass Pocken, Scharlach, Masern nur äusserst selten dieselbe Person mehr als einmal befallen, schliesst man, dass das Ueberstehen einer dieser Krankheiten die individuelle Disposition zu einer abermaligen Erkrankung an demselben pathologischen Process vermindere.

Diese Erfahrung wird bei den Pocken praktisch verwerthet und zwar durch die Impfung.

Impfung.

Man soll schon in den ältesten Zeiten in China, Indien und in den Ländern des Kaukasus die künstliche Uebertragung der Menschenpocken durch Tragen der Kleider von Pockenkranken oder durch Inoculation des in den Blatternpusteln enthaltenen Giftes zum Zwecke der Erzeugung abgeschwächter Pockenformen geübt haben. Als dieses Verfahren auch in England eingeführt wurde, bewährte es sich nicht; ja es zeigte sich sogar, dass die Sterblichkeit gegen früher stieg. Man wollte das damit erklären, dass die Gelegenheit zur Ansteckung, weil man die Inoculirten frei ausgehen liess, für jenen beiweitem grösseren Theil der Bevölkerung, welcher sich der Inoculation nicht oder nicht rechtzeitig unterzogen, vermehrt wurde.

Die Inoculationen wurden ganz verlassen, als durch eine Entdeckung Jenner's 1796 die Vaccination (Kuhpockenimpfung) zur Einführung kam. Jenner beobachtete nämlich, dass die Ansteckung mit Vaccine, d. i. einer Pocke auf dem Kuheuter, vor den Menschenblattern schütze und lehrte weiter, dass auch das auf der menschlichen Haut nach der Impfung mit den sogenannten Kuhpocken erzeugte Gift (humanisirte Kuhpockenlymphe) beim Weiterimpfen auf Menschen im Wesentlichen dieselbe Schutzkraft gewähre, wie die ursprüngliche Vaccinelymphe bei der Kuh.

Die nach Jenner's Entdeckung zur Einführung gelangte Vaccination fand seit damals bis auf die jetzige Zeit immerwährend einerseits begeisterte Anhänger und Vertheidiger derselben, andererseits starre Gegner und Feinde.

Die Anhänger der Impfung sagen, wenn auch der Schutz der Pockenimpfung kein absoluter und mit einiger Sicherheit durchschnittlich nur auf 15 Jahre hinausreicht, so habe sich doch nahezu bei allen Epidemien deutlich genug deren Nutzen gezeigt. Besonders ergebe sich, dass die Geimpften wesentlich seltener als die Ungeimpften von Menschenpocken befallen werden und dass bei den ersteren, im Falle als sie doch an Blattern erkranken, der Verlauf der Krankheit weit milder sei, so dass die Zahl der Todesfälle in Folge von Blatternerkrankung bei solchen Personen, die geimpft waren, verhältnissmässig zur gleichen Erkrankungsziffer geringer ist, als bei ungeimpften.

Die Gegner der Impfung betonen, die Impfung sei ein Vorgang, für dessen innere Thätigkeit kein vernünftiger Erklärungsgrund vorliegt; man müsse also gestehen, „dass nicht die reale Wirksamkeit, nicht die Producte ihrer Action, nicht die sichtbaren Vortheile, nein, dass nur der blinde Glaube der Menschheit und insbesondere der Aerzte das vegetirende Leben der Impfung friste".

Forsche man an der Hand der Geschichte und der täglichen Erfahrung, so gelange man zu der Ueberzeugung, dass die gepriesenen Wirkungen der Impfung eine Illusion, eine Täuschung seien

und dass es insbesondere nicht wahr ist, dass die Impfung die Abnahme von Blatternepidemien hinsichtlich ihrer Zahl, ihrer In- und Extensität, sowie der Mortalität bewirke, oder den Verlauf bei Geimpften milder gestalte.

Die Sterblichkeit biete, wenn man alle Nebenumstände würdigt, keinen Unterschied zwischen Geimpften und Ungeimpften und wenn periodisch, in manchen Epidemien, bei ungeimpften Kindern eine grössere Mortalitätsziffer statistisch nachgewiesen werden sollte, so sei zu bedenken, dass man ja eben schwächliche, mit krankhaften Anlagen behaftete Kinder aus Besorgniss für die Verschlimmerung ihres Zustandes gar nicht zu impfen wagt; schwächliche, kränkliche Kinder aber werden selbstverständlich bei ausbrechenden Blattern am meisten gefährdet. Selbst aber wenn es wahr wäre, dass die Blatternepidemien nach Einführung der Impfung an Zahl, In- und Extensität abgenommen, so sei das noch kein Grund, zu behaupten, dass die Impfung diese Wirkung hervorbrachte. Nicht die Impfung, sondern die Entwicklung der Cultur der Völker, die Erkenntniss der Naturheilkraft, die Hebung des Wohlstandes und das Streben nach vernünftiger Hygiene seien die Factoren, welche bei Beurtheilung von Epidemien überhaupt und jener der Blattern insbesondere in erster Linie stehen.

Die Gegner der Impfung weisen ferner und dies mit einem gewissen Rechte auf die Unbrauchbarkeit der statistischen Angaben hin, auf Grund deren von Seite der Impffreunde der angebliche Nutzen der Impfung gefolgert werde.

Mängel in den statistischen Zusammenstellungen und Fehler in der Ausnützung der betreffenden Daten, bei welcher falsche Schlussfolgerungen sich ergeben, wurden thatsächlich nachgewiesen. Besonders ist der Vorwurf begründet, dass die Blatternstatistik immer nur auf die Zahl der Erkrankten und Gestorbenen unter Geimpften und Nichtgeimpften sich bezieht, ohne Rücksicht auf das Verhältniss Geimpfter und Nichtgeimpfter in der Bevölkerung.

Weiter wird auch gerügt, dass in den meisten statistischen Zusammenstellungen die verschiedenen Altersclassen nicht gehörig auseinander gehalten werden, so dass die grosse Sterblichkeit der Nichtgeimpften im ersten Lebensjahre nicht, wie billig, der grösseren Sterblichkeit dieses Lebensalters überhaupt, sondern einzig der mangelnden Impfung zur Last falle.

Berechtigen aber die angeführten Thatsachen zu dem Schlusse, den die Impfgegner daraus ziehen, dass die Impfung ohne günstigen Einfluss auf den Verlauf der Blattern sei? Die zahlreichen impfgegnerischen Arbeiten der letzten Jahre haben die Grundpfeiler der Beweisführung für den Nutzen der Impfung nicht zu erschüttern vermocht, die sich auf folgende in möglichster Kürze gefasste Momente*) stützt:

1. Das von Jenner und nach ihm von vielen Anderen ausgeführte Experiment, welches die Schutzkraft der Vaccination gegen

*) Oser, Viertelj. für Dermatologie, 1880.

die Impfung mit echter Variola beweist, hat an überzeugender Kraft nichts eingebüsst.

Woodville allein hat im Jahre 1799 400 Individuen nach durchgemachten Kuhpocken die wirklichen Blattern eingeimpft und bei Keinem hafteten dieselben. Von 1799 bis 1801 war die Zahl seiner Vaecinationen auf 7500 gestiegen, deren grössere Hälfte vergebens auf die Blattern-Empfänglichkeit untersucht worden war. In demselben Jahre hat Pearson bei 6000 Impflingen das gleiche Resultat erlangt.

Es ist bekannt, dass auch von Stromayer und Ballhorn in Hannover, von Sömmering in Frankfurt, Heim in Berlin, Sacco in Mailand und auch in Oesterreich unter der Leitung Peter Frank's ähnliche Experimente von de Carro ausgeführt wurden, und dass der Erfolg den in England gewonnenen Resultaten entsprach.

Wenn es richtig ist, woran man nicht zweifeln kann, dass bei der Inoculation mit echter Variola nur etwa 5% ohne Resultat blieben, während die Inoculation bei vaecinirten Individuen in den weitaus meisten Fällen fehlschlug, dann bildet dieses Experiment eine massgebende Stütze für den Werth der Impfung, die durch die Künste der statistischen Gruppirung nicht erschüttert werden kann.

2. Die täglichen Erfahrungen aller Aerzte, die Blatternkranke in grosser Zahl zu behandeln Gelegenheit hatten und die den relativ günstigeren Verlauf der Blattern bei Vaccinirten als bei Ungeimpften einstimmig bestätigten.

Es ist eine Eigenthümlichkeit, dass zunächst Kliniker und Aerzte, die Blattern-Abtheilungen führten und über ihre Erfolge berichteten, einstimmig für den Nutzen der Impfung einstehen, während die Impfgegner sich zumeist aus Theoretikern oder solchen Männern recrutiren, die allerdings mit Namen von gutem Klange in ihrem jeweiligen Fache, doch nur durch den Calcul zu ihren Anschauungen gekommen sind.

3. Die Statistik spricht ebenfalls für den Nutzen der Impfung. Es sind in der neueren Literatur einige ausgezeichnete statistische Arbeiten enthalten, welche eine strengere Kritik aushalten, und insbesondere die Verhältnisse der geimpften zu den nicht geimpften Bewohnern, zu dem Lebensalter berücksichtigen.

Dahin gehören die Arbeiten von Flinzer über die Blatternepidemie von Chemnitz und Umgebung, und die von Dr. A. Müller zu Waldheim in Sachsen. Chemnitz trat mit 64.255 Einwohnern in die Epidemie ein. Davon waren 53.891 geimpft = 83·87%; 5712 Ungeimpfte = 8·89% und 4652 früher geblatterte = 7·29%. Es wurden 3596 Personen von Blattern befallen = 5·60% der Bevölkerung und zwar 953 Geimpfte = 1·61% der geimpften Bevölkerung, und 2643 Ungeimpfte = 57·23% der ungeimpften Einwohner. Von den sämmtlichen 13.881 Haushaltungen, welche die Stadt zählte, kamen 2103 mit Blattern vor; an diesen 15% befallenen Haushaltungen nahmen solche, wo nur geimpfte Personen sich aufhielten, mit 2·67% Theil, während die übrigen 12·48% auf solche

Haushaltungen mit Ungeimpften fielen. Unter der Gesammtzahl der Haushaltungen waren 68·18%, welche nur Geimpfte enthielten, bei diesen ereigneten sich 3·92% Blatternerkrankungen, wogegen bei 31·82% Haushaltungen mit Ungeimpften 39·11% vorkamen.

Während demnach auf 26 Haushaltungen, welche Ungeimpfte aufzuweisen hatten, eine Erkrankung fiel, traf eine solche erst auf 255 Haushaltungen, wo nur Geimpfte lebten.

Die gegenwärtige Unsicherheit unserer Anschauungen über den Nutzen der Vaccination kann uns nicht abhalten, jene Momente zu würdigen, durch welche die Impfung Gesundheitsgefahren setzen kann.

Es ist zuerst von den Gegnern der Impfung, insbesondere von Carnot, geltend gemacht worden, dass durch die Impfung der allgemeine Gesundheitszustand geschädigt und dass namentlich von offenbar oder latent scrophulösen und tuberculösen Impflingen die besondere Krankheit dieser auf die vorher gesunden Impflinge übertragen werden könne.

Zahlreiche Thatsachen constatiren, dass durch die Impfung gefährliche Hautkrankheiten, insbesondere die Impfrose entstehen kann. Unter den 1,242.695 Impfungen, welche in den Jahren 1861 bis 1870 in Baiern ausgeführt wurden, kamen 96 Fälle dieser Krankheit vor, wovon 18 mit Tod abliefen.

Als Folge der Impfung sind auch Phlegmone des geimpften Armes constatirt worden. Ganz genau erhoben ist folgender Fall: Von acht mit derselben Rinderlymphe geimpften Dragonern der Grazer Garnison erkrankten sechs binnen 24 Stunden an Fieber und Phlegmone und vier davon starben.

Noch zahlreicher sind die Fälle, in denen die Impfung den Impfling syphilitisch macht. Zur Uebertragung der Syphilis bietet die Impfung verschiedene Gelegenheiten. Die Ursache einer solchen Infection ist bald eine mit Syphilisstoff verunreinigte Impfnadel, bald die Abimpfung von Syphilitischen, bald der Umstand, dass sich unter den Impflingen ein oder mehrere Syphilitische befinden, deren Blut im Verlaufe des Impfens auf andere Impflinge übertragen wird.

Obwohl die Anhänger der Vaccination die Möglichkeit und das wirkliche Vorkommen derartiger gefährlicher Zufälle durch die Impfung zugeben, so finden sie darin noch keinen Grund zur Verwerfung der Vaccination, sie bestreben sich vielmehr, Auskunftsmittel zu finden, um die Impfung nach jeder Beziehung ungefährlich zu machen.

Als Mittel hiezu wird die grösste Sorgfalt bei der Auswahl der Lymphe gebenden Individuen, weiter besondere Vorsicht beim Impfgeschäft und bei der Versendung des Impfstoffes verlangt und auf die Verwendung der sogenannten animalen Lymphe oder der Pferdepocken hingewiesen.

Die Anhänger der Impfung behaupten, dass die Impfrose nur in Findelhäusern vorkomme und dass Phlegmonen und ähnliche Affectionen nur dann durch Impfung entstehen, wenn der Impfstoff

durch sorglose Aufbewahrung oder durch Verderbniss beim Transport gewissen Zersetzungen unterlegen ist.

Man solle deshalb öffentliche Impfinstitute niemals mit Findelhäusern vereinigen und die Aufbewahrung und Versendung des Impfstoffes in sorgsamer und zweckmässiger Weise vornehmen.

Zur Aufbewahrung und Versendung des Impfstoffes hat man vielerlei Methoden benützt. Sonst hat man ihn an der Spitze einer Impfnadel oder zwischen Glasplatten getrocknet; zweckmässiger benützt man jetzt Haarröhren, mittelst welcher man die Lymphe aus der Pustel saugt und welche man sodann an beiden Enden mit Siegellack zuschmilzt oder sonst hermetisch verschliesst. Auf diese Weise erhält sich der Impfstoff lange Zeit flüssig unverändert und behält seine Wirksamkeit.

Beim Impfen soll vor Allem die Erfahrungsthatsache berücksichtigt werden, dass Syphilis in keinem Falle dann übertragen wird, wenn die Lymphe frei von Blut ist; weiter habe man, um sich gegen latente hereditäre Syphilis möglichst zu sichern, nur solche Kinder als Lymphegeber zu benützen, deren Alter jene Grenzen überschritten hat, bis zu welcher die Krankheit in der Regel zum Ausbrueh kommt (5 Monate). Es wird deshalb vorgeschlagen, anzuordnen, nur

1. mit reinen Instrumenten zu operiren;

2. beim Impfen nieht zu schneiden oder ungeschickt zu stechen, sondern sehiefe Schnitte unter die Epidermis zu machen, dass keine Spur von Blut hervortrete;

3. die Lymphträger nicht blutig zu verwunden, sondern die Pusteln nur so zu benützen, dass sie klares, blutfreies Secret geben;

4. nur Kinder, die über 5 Monate alt und welche an den Genitalien, dem After, der Mundhöhle, den Ohren und allen äusseren Theilen von Geschwüren und Ausschlägen frei und auch sonst gesund sind, als Lymphträger zu benützen;

5. beim Impfen eine ganze Anzahl reiner Impfnadeln vorräthig zu haben und jede im Blute beschmutzte, komme dieses woher es wolle, sofort zum Abschleifen zur Seite zu legen;

6. zur Controle den Impfarzt zu verhalten; für jeden Fall der Vaccination oder Revaccination den Lymphträger als auch den Impfling zu protokolliren.

Obwohl die eben erwähnten Maassregeln bei einer genauen Ausführung recht erspriesslich sich erweisen können, so bieten sie doch keine absolute Garantie gegen die Verhütung jeder Infection. Man suchte deshalb solche Methoden der Impfung einzuführen, welche volle Sicherheit gegen syphilitische oder sonstige Ansteckungen gewähren. Solche Impfmethoden sind:

a) Impfung mit natürlicher Kuhpoekenlymphe. Man hat vorgeschlagen, für die Impfung das Pustelsecret der natürlichen Kuhpocke von der Kuh (namentlich von Kälbern) als Lymphe zu verwenden. Man impft deshalb die Vaccine von Rind zu Rind, um so genügende Mengen originären Impfstoffes zu erzeugen. Die

Uebertragung von Thier zu Thier geschieht ohne Schwierigkeit, zu jeder Jahreszeit und ohne dass die Kuhpoeken durch die successive Inoculation etwas von ihrer Wirksamkeit verlieren. Die Quantität der von einem Thiere gelieferten Lymphe ist im Allgemeinen eine sehr ergiebige und die Inoculation für das Thier ganz ohne Nachtheil.

Diese Lymphe, gewöhnlich als animale bezeichnet, gewährt selbstverständlich absoluten Schutz vor Syphilis; ihre Verwendung hängt aber noch von manchen anderen Momenten ab und insbesondere sind es drei Fragen, welche hier zur Geltung kommen:

1. Wie ist das Verhältniss der Haftbarkeit der animalen Lymphe gegenüber der der humanisirten?

2. Wie verhält es sich mit der Reaction nach der Impfung?

3. Können durch die animale Impfung auch Thierkrankheiten übertragen werden?

Die erste Frage kann heute in dem Sinne als gelöst betrachtet werden, dass man die Haftbarkeit der animalen Lymphe gleichstellen kann jener der humanisirten. Während noch vor einigen Jahren die Fehlimpfungen mit animaler Lymphe bis 25% betrugen, werden gegenwärtig in Folge der Verbesserung der Conservirung der Lymphe, sowie in der Versendung derselben und in der Impftechnik sehr günstige Resultate erzielt, so dass oft gar keine oder höchstens nur einige wenige Percent Fehlimpfungen sich ergeben. Insbesondere hat sich gezeigt, dass die Impfung stets von sicherem Erfolge begleitet ist, wenn die Lymphe direct vom Thier (Kalb) auf das Kind geimpft wird.

Die Erzeugung gut haftbarer animaler Lymphe erfordert einen Aufwand grosser Mühe und Sorgfalt; auch gehört hiezu eine grosse Uebung im Erkennen des Zeitpunktes der Reife der Pusteln, zumal nicht bei allen Thieren, ja sogar nicht bei einem und demselben Thiere alle Pusteln zur selben Zeit reif sind. Der Zeitpunkt der Reife behufs Benützung der Pusteln ist in Folge der eigenthümlichen Beschaffenheit der animalen Vaccine auf höchstens 12 Stunden fixirt. Ueber diesen Termin ist der Erfolg zumeist Null.

Betreffs der zweiten Frage hat man der animalen Vaccination den Vorwurf gemacht, dass die Wundreaction eine viel bedeutendere und darum gefährlichere sei, als bei der humanisirten Lymphe. Wenn auch zugegeben werden muss, dass die Reaction thatsächlich eine etwas stärkere ist, so ist doch das Vorkommen schwererer Processe sicher nicht häufiger als bei der humanisirten Lymphe; im Gegentheil, manche Autoren, z. B. Henry Martin, behaupten, dass Impferysipel bei animaler Vaccination nie auftrete. Der Verlauf der animalen Vaccination ist jedenfalls ein langsamerer als bei der humanisirten Lymphe, er nimmt 21 bis 32 Tage in Anspruch, während nach der Impfung mit humanisirter Lymphe die Verheilung der Schutzpoeken in 14 Tagen vollendet ist.

Die dritte Frage ist wohl die wichtigste von Allen, denn die Kälberimpfung hat überhaupt nur ihre Berechtigung, wenn nicht

Thierkrankheiten damit übertragen werden können. Nach Bollinger soll allerdings die Gefahr nicht vorhanden sein. Absichtliche und zufällige Impfung der Lungenseuche hatte bisher nicht einmal beim Rind selbst, geschweige beim Menschen Erfolg. Perlsucht kommt bei Kälbern, die ja in der Regel die animale Lymphe liefern, nur überaus selten vor. Milzbrand, aphtöses Fieber, Maul- und Klauenseuche verlaufen unter so charakteristischen, äusserlich erkennbaren Symptomen, dass, wenn Leichtsinn oder böser Wille fehlt, ein derartiges Thier zum Abimpfen nie benützt wird. Alle übrigen Krankheiten des Rindviehes sind aber nicht geeignet, Ansteckung beim Menschen zu vermitteln.

Aus alle dem scheint es, dass die animale Vaccination die Impfung der Zukunft sein und die Impfung mit humanisirter Lymphe nur auf jene Fälle sich beschränken wird, bei denen eine Uebertragung der Krankheiten sicher ausgeschlossen, d. h. der Impfträger zweifellos gesund ist und von gesunden Eltern stammt.

b) Schutz gegen Syphilis gewährt auch die Lymphe, welche bei der Retrovaccination der Kühe entsteht. Hiebei wird die menschliche Vaccine wieder auf die Kuh übertragen und der auf diese durch Retrovaccination regenerirte Stoff wieder zur Menschenvaccination verwendet.

c) Weiter hat man die Verwendung der Pferdepockenlymphe angerathen. Es ist aber fraglich, ob diese Lymphe betreffs ihrer Wirksamkeit mit Vaccine identisch ist und weiter wird die Befürchtung geäussert, dass hiebei die Uebertragung des Rotzes in Betracht kommen kann.

Da die Vaccination, mag sie auf welche Art immer vorgenommen werden, nur für einen gewissen Zeitraum schützt, so empfehlen die Anhänger der Impfung den geschwundenen Schutz durch eine wiederholte Impfung (Revaccination) wieder zu erlangen. Bei der Revaccination soll sich die animale Lymphe weit wirksamer erweisen, als die humanisirte.

Aus dem über die Impfung Gesagten ergibt sich, dass weder die unbedingte Unfehlbarkeit noch die vollkommene Gefahrlosigkeit der Vaccine völlig sichergestellt ist. Erst eine unausgesetzte und richtig organisirte statistische Forschung über den Einfluss des Impfens auf den Verlauf der Blatternepidemien werden die gegenwärtig so weit auseinander gehenden Ansichauungen über den Werth und Nutzen der Impfung klären und richtig stellen. Wenn auch die Gegenwart bereits an einer solchen verbesserten Impfstatistik arbeitet, so wird doch die zu einer richtigen Schlussfolgerung nöthige Zahl von statistischen Daten erst in einer noch ziemlich fernen Zukunft beisammen sein.

Sollte sich dann zeigen, dass die Kuhpocken-Impfung wirklich das leistet, was durch sie für die Menschheit bewirkt werden soll, nämlich Verminderung der Verbreitung und der Gefährlichkeit der Blattern, dann wird es an der Zeit sein, sie allgemein anzuwenden und den sogenannten Impfzwang einzuführen. Ein Staat aber, der sich schon gegenwärtig entschliesst, den Impfzwang einzu-

führen, übernimmt damit eine grosse Verantwortung und jedenfalls auch die Verpflichtung, seine Angehörigen möglichst von den Nachtheilen, die erwiesenermassen mit der Impfung verbunden sein können, zu schützen.

Prophylaktische Maassregeln in Bezug auf Syphilis.

Am häufigsten wird die Syphilis übertragen durch ausserehelichen Beischlaf, besonders den käuflichen.

Diese Thatsache lässt hoffen, dass in dem Maasse, als durch Verbreitung wahrer Bildung, die Zunahme der Moral und Gesittung und durch Hebung des allgemeinen Wohlstandes Eheschliessungen erleichtert und unverheirateten Frauen ehrenhafte Erwerbsquellen erschlossen werden, die Zahl der Syphiliserkrankungen sich mindern werde.

Als Hauptquelle der Verbreitung der Syphilis ist die Prostitution zu bezeichnen, weshalb eine zweckmässige Ueberwachung derselben als eine allgemeine Gesundheitsmaassregel anzusehen ist.

Mag auch die Moral und die Sittenpolizei die Prostitution überhaupt verdammen und ihre Unterdrückung anstreben, die öffentliche Gesundheitspflege hat nur das Thatsächliche in's Auge zu fassen, die aus den bestehenden Verhältnissen resultirenden Gefahren abzuwenden oder wenigstens zu vermindern.

An eine vollständige Beseitigung der Schädlichkeit und Gefährlichkeit, die aus der Prostitution entspringt, ist niemals zu denken. Die Prostitution ist so vielgestaltig, häufig so versteckt, geht oft so geheim vor, dass sie in vielen Fällen jeder Regelung unzugänglich bleibt.

Allein niemals ist Streben nach Abhilfe deshalb zu verdammen, weil es nicht Alles leistet, was man wünscht; ein Theilerfolg ist auch ein Erfolg.

Zudem ist es der grössere Theil der Prostitution, der überwacht, geregelt und in gesundheitlicher Beziehung beaufsichtigt werden kann.

Nur solche Maassregeln werden sich bei Ueberwachung der Prostitution erfolgreich erweisen, die der Ausfluss einer richtigen Anschauung über das Wesen und die Bedeutung der Prostitution sind.

Die unabweisbare Nothwendigkeit der Prostitution muss im Principe erkannt sein, mit dem Vorurtheile, als sei die Syphilis eine entehrende Krankheit, muss vollständig gebrochen werden und die Syphilis muss wie jede andere Krankheit als Unglück und nicht als Strafe betrachtet werden.

Es ist deshalb nothwendig, dass die Prostituirten in regelmässigen kurzen Zeiträumen von hiezu berufenen, gewissenhaften und kundigen Aerzten genau und zwar mit dem Spiegel untersucht werden und überdies bei sonstiger strenger Strafe verhalten werden, sobald sie die ersten Anzeichen einer syphilitischen Erkrankung an ihrem eigenen Körper bemerken, jeden Coitus zu meiden und ärztliche Hilfe anzusuchen.

Um diese Sehutzmaassregeln wirksam zur Durchführung zu bringen, ist die Anordnung gewisser Einriehtungen nothwendig und zwar:

1. Die behördliche Ueberwachung der Prostituirten durch Erriehtung eines Sittenbureaus.

2. Concessionirung von Prostitutionshäusern (Bordelle) unter behördlieher Aufsicht und unter Verantwortlichkeit des Eigenthümers.

3. Die periodische ärztliehe Untersuehung aller isolirten oder in Bordellen untergebrachten Prostituirten durch öffentlieh angestellte Aerzte.

4. Die Belehrung der Prostituirten über die Prophylaxis und Erkenntniss der ersten Symptome der syphilitisehen Erkrankung durch eine populäre Sehrift.

5. Die bedingungslose Aufnahme der syphilitiseh erkrankten Prostituirten in eine öffentliehe Heilanstalt in weleher sie in humaner Weise behandelt und verpflegt werden.

6. Die statutarische Verpfliehtung aller Genossenschaften und Vereine zur gleiehmässigen Behandlung der syphilitisch, wie der nieht syphilitisch erkrankten Mitglieder.

Gegen die behördliche Duldung und Ueberwachung der Bordelle hat man vielerlei Bedenken erhoben. Man sagte:

Behördliche Ueberwaehung der Bordelle sei gegen die Würde der Behörde, der Staat solle mit dem Laster keinen Vertrag sehliessen. Bordelle seien ein fortwährender Reiz für Männer und eine bequeme Gelegenheit für solche Frauen, die aus Leidensehaft oder aus finanziellen Gründen Prostitution treiben wollen. Die Reerutirung der Bordelle verführe häufig unsehuldige, oder noeh nicht ganz verkommene Mädehen; die Bordelle verderben moralisch die Kinder der Bordellbesitzer und der Bordellnachbarn. Die Prostituirten werden im Bordell mehr verwüstet als bei freier Prostitution, sie werden mehr an Suff und Müssiggang gewöhnt, zudem werden sie von den Bordellwirthen ausgebeutet und durch ihre fortwährende Gemeinsehaft mit Mitgenossen noeh mehr unmoraliseh.

Diese Einwände sind zum Theil solche, die durch ein Reglement, das man dem Bordelle auflegt, sieh paralysiren lassen, theils sind es Einwände, welehe die Prostitution jeder Kategorie treffen, und demnach für die eigentlichen Bordelle nicht specifiseh sind.

Bordelle können mit Leichtigkeit durch entspreehende Reglements verhalten werden, alle solche Provocationen zu vermeiden, dureh welehe bei Männern der Reiz zum Besuch des Bordells erregt wird, aueh kann durch das Reglement dafür gesorgt werden, dass kein Mädchen gegen seinen erklärten Willen aueh nur eine kurze Zeit in Bordellen zurückgehalten wird und dass kein Kind oder keine jugendliche Person im Bordellhause sich aufhalte oder in dasselbe gelange.

Aueh die freien Prostituirten werden von ihren Kost-, Wohnungsgebern u. s. w. übervortheilt; auch sie, die nicht selten ganze Nächte in Kasernen oder in verschiedenen Vergnügungs-Etablisse-

ments bei Orgien zubringen, führen ein wüstes Leben, und auch sie verkehren allüberall, wo sie, wie auf Bällen, in Kaffeeschänken u. s. w., auftauchen, zumeist mit einander und sind daher demselben Müssiggang und den gleichen, gegenseitige moralische Verderbniss begünstigenden Verhältnissen ausgesetzt wie Bordellmädchen.

Weiter kommt zu erwägen, dass diejenigen, welche Prostituirte suchen, sie auch ausserhalb des Bordells finden, ebenso wie solche Frauen oder Mädchen, die aus Leidenschaft oder aus finanziellen Motiven sich der Prostitution hingeben wollen, bei mangelnden Bordellen genug Mittel finden, ihre Absicht zu verwirklichen.

Die Bordelle haben vor der freien Prostitution den grossen Vorzug, dass die Prostitution durch sie gewissermassen localisirt ist und jedenfalls weit genauer überwacht werden kann, als die freie Prostitution. Bordelle werden demnach von der Mehrzahl der Hygieniker als die sanitätspolizeilich noch am wenigsten bedenkliche Form der Prostitution angesehen. Freilich wird durch das Bestehen der Bordelle die wilde Prostitution nicht behoben, aber sie wird durch die Concurrenz der Bordelle allein schon auffällig vermindert und kann dann weiter noch dadurch eingeschränkt werden, dass man die freien Prostitutirten mit aller Strenge revidirt, sie von den Tanzbordellen gewisser Schankwirthschaften und Restaurationen ausschliesst und ihnen belebte Strassen und Plätze als Wohnung oder Jagdrevier untersagt.

Fünftes Capitel.

Von den Thieren auf den Menschen übertragbare Krankheiten.

Gewisse Erkrankungsformen der Thiere sind für die Gesundheit des Menschen von hervorragender Bedeutung, weil durch sie das Menschenleben bedrohende Gefahren gesetzt werden. Als die wichtigsten dieser Thierkrankheiten kommen in Betracht: die Wuth, der Milzbrand, der Rotz und Wurm.

Die Wuthkrankheit.

Die Wuth ist eine Krankheit, deren Wesen noch sehr wenig erkannt ist. Einerseits meint man, die Wuth entstehe spontan bei Hunden, Füchsen, Wölfen; andererseits ist man der Ansicht, die Wuthkrankheit der Hunde, überhaupt der Thiere entstehe nicht spontan, sondern dadurch, dass ein wuthkrankes Thier unmittelbar oder mittelbar (durch Zwischenträger, als: Flöhe und andere Parasiten) auf ein anderes gesundes Thier so einwirkt, dass das Wuthgift zur Einimpfung gelangt.

In der Mehrzahl der Fälle sind es die Zähne des wuthkranken Hundes, durch welche das Gift dem Menschen eingeimpft wird. Die Uebertragung des Giftes, das jedenfalls ein fixes ist, geschieht aber nicht allein durch Biss, sondern auch durch Lecken von Körperstellen, an welchen Abschilferungen der Epidermis oder des Epithels bestehen.

Es scheint, dass der wuthkranke Hund das Gift erzeugt und dass das Gift im ganzen Körper verbreitet ist. Es wurden nämlich sowohl mit dem Speichel als auch mit dem Blute des Thieres erfolgreiche Impfungen ausgeführt.

Die Beimischung des Giftes in dem Speichel ist deswegen besonders verhängnissvoll, weil der wuthkranke Hund in einem gewissen Stadium der Krankheit an Beisssucht leidet und dann von seinen Zähnen häufigen und gefährlichen Gebrauch macht.

Nicht jeder Biss eines unzweifelhaft wuthkranken Thieres hat die Wuthkrankheit beim Gebissenen zu Folge. Renault*) hat 131 Hunde durch Biss oder Inoculation mit Wuthgift inficirt. 68 davon wurden von Wuth befallen, 63 blieben gesund.

Die Symptome der ausgebrochenen Wuthkrankheit am Hunde treten in verschiedener Form auf, doch lassen sich gewöhnlich 3 Stadien unterscheiden, und zwar:

a) Melancholisches Stadium: das Thier zeigt ein verändertes Benehmen, schreckt sich leicht, fährt ängstlich zusammen, die Fresslust und der Durst wechseln, bald verschmäht der Hund jede, auch die Lieblingsnahrung, bald verschlingt er mit gieriger Hast unverdauliche Stoffe, wie Stroh, Leder, Holz, Steinchen.

b) Maniacalisches Stadium: ausgesprochene Beisssucht; Fortbestand des Dranges zum Verschlingen der verschiedensten Gegenstände; auffällige Veränderung der Stimme; Sucht, wegzulaufen; Beschwerde beim Schlingen.

c) Lähmungsstadium: Wankender Gang; rasche Abmagerung, grosse Schwäche; unter Convulsion der Tod.

Die Erscheinungen, unter welchen die anderen Thiere: Pferde, Rinder u. s. w. dieser Krankheit erliegen, sind ähnlich; sie zeigen ebenfalls ein verändertes Benehmen, Unruhe, Appetitverlust, veränderte Stimme, zunehmende Schwäche, Tod durch Lähmung. Thiere, die im gesunden Zustande beissen, zeigen, sobald sie wuthkrank werden, ebenfalls die Beisssucht.

Die Leichenuntersuchung ergibt bei an der Wuthkrankheit gestorbenen Thieren nur solche pathologisch-anatomische Veränderungen, die sowohl für sich als mit einander combinirt, auch nach anderen Krankheiten beobachtet werden und überdies sehr variiren. Charakteristische, das Wesen der Krankheit aufklärende, die Diagnose der Wuthkrankheit sicherstellende, pathologisch-anatomische Befunde finden sich nicht. Noch am meisten diagnostischen Werth hat bei Hunden die Gegenwart unverdaulicher, nicht zum Genuss dienender Gegenstände im Magen und der Mangel an solchen anatomischen Veränderungen, welche auf eine andere Todesursache deuten könnten.

Die Vorzeichen der ausbrechenden Wuthkrankheiten beim Menschen äussern sich durch Schwindel, reissende Schmerzen in den Gliedern, besonders in dem gebissenen Theile, krampfhaftes

*) Compt. rend. Januar 1863.

Zusammenschnüren des Halses, Beschwerde beim Schlingen, Unruhe und Beängstigung, Scheu vor Luftzug, Licht, glänzenden Gegenständen, Flüssigkeiten, Empfindlichkeit des Gehörorganes.

Dem Prodromalstadium folgt das Stadium der Reizung und dann das paralytische Stadium. Letzteres fällt nicht selten aus, weil die Patienten früher sterben.

Eigenthümlich für das Wuthgift ist seine lange Incubationsdauer; sehr selten schon nach einigen Tagen, meist aber erst nach 20 bis 40, selbst 70 Tagen erfolgt der Ausbruch der Krankheit.

Die organischen Processe, welche zwischen der Zufügung der Bisswunde und dem tödtlich endenden Ausbruche der Wuthkrankheit liegen, sind zur Zeit völlig unverständlich. Die verschieden lange Incubationsdauer, der Umstand, dass nicht jeder Biss lyssogen (wutherzeugend) wirkt, trägt wesentlich zur Räthselhaftigkeit dieser Krankheit bei. Doch ist in einzelnen Fällen das Erkranktsein des beissenden Hundes an Wuth zweifelhaft geblieben.

Bei solcher Sachlage wird es erklärlich, dass sich hie und da Ansichten geltend machen, welche den Zusammenhang zwischen der Zufügung der Bisswunde und dem Ausbruche der Wuthkrankheit leugnen und die Hundswuth für Tetanus ansehen. Die Erfahrung ist aber dieser Anschauung nicht günstig. Jedesmal, wenn Menschen an Wuth erkrankten, war eine Verletzung durch Hunde oder andere wuthkranke Thiere vorausgegangen. Für das Specifische des Wuthgiftes spricht auch die Thatsache, dass in Folge des Bisses wuthkranker Hunde in ähnlicher Weise auch solche Thiere erkranken, bei denen eine spontane Entstehung ganz ausser Erfahrung ist.

Erfolgte die Beschädigung eines Menschen durch ein wuthkrankes Thier, so ist rasche Hilfe nothwendig. (Schnelle und gründliche Reinigung der Wunde kann das Gift wegschaffen, bevor es resorbirt wird.)

Auch Aetzung mit kaustischem Kali oder die Anwendung von Glüheisen kann sich nützlich erweisen, wenn sie unmittelbar nach stattgefundener Verletzung stattfindet.

Dagegen muss die hie und da sogar gesetzlich geforderte oder angerathene Behandlung, nach welcher die Wunde wenigsten sechs Wochen täglich mit Kalilösung geätzt und in steter Eiterung erhalten wird, als eine unnütze Quälerei bezeichnet werden.

Man kann nicht gerade sagen, dass die Wuthkrankheit bei Menschen äusserst selten vorkomme. In Sachsen veranlasst sie durchschnittlich jedes Jahr den Tod von 4, in Baiern von 16 Menschen. Nach französischen Berichten käme dagegen auf je eine Million Menschen alljährlich ein Wuthfall.*)

Doch nicht nur die Zahl der Fälle, auch die Furchtbarkeit der durch die Infection des Wuthgiftes gesetzten Gefahr macht es der Gesundheitspolizei zur Aufgabe, Maassregeln anzuordnen, welche die spontane Entwicklung der Wuth bei Hunden verhüten und

*) Falk, das Fleisch. Marburg 1880, p. 534. Krahmer, Hygiene. Halle 1876, p. 519. Sander l. c., p. 491.

im Falle, als die Krankheit dennoch ausbricht, die Uebertragung derselben auf andere Thiere und die Menschen verhindern.

In ersterer Beziehung stehen uns keinerlei Maassregeln zu Gebote, weil wir die Bedingungen der spontanen Entstehung der Hundswuth nicht kennen. Alles, was man hierüber anführt, sind Vermuthungen, Theorien. Man bezeichnet als Entstehungsursachen dieser Krankheit beim Hundegeschleeht: grosse Hitze oder Kälte, ungenügende Nahrung, Mangel an dem nöthigen Trinkwasser, Nichtbefriedigung des Geschlechtstriebes, Genuss verdorbener Nahrungsmittel oder fauligen Trinkwassers, Ueberanstrengung u. s. w.

Demgemäss fordert man als Prophylaxis gegen den Ausbruch der Wuth der Hunde die naturgemässe Verpflegung, die sorgfältige Reinhaltung derselben, die Beseitigung der Hindernisse bei ihrem Begattungsgeschäft, Gewährung des Aufenthaltes im Freien, Verbieten der Verwendung zum Ziehen u. s. w. Man empfiehlt auch zur möglichsten Verminderung der Hunde die Einführung recht hoher Hundesteuern.

Da die Aetiologie der Hundewuth noch lange nicht klar gestellt ist, so kann sich die Gesundheitspolizei mit den eben erwähnten prophylaktischen Maassregeln nicht begnügen. Die Erfahrung, dass die Wuthkrankheit in der Mehrzahl der Fälle durch Biss auf den Mensehen übertragen werde, brachte den Maulkorbzwang in Vorschlag und häufig auch zur Durchführung. Man wendet gegen den Maulkorbzwang ein, dass er die Wuth nicht nur nicht hindere, sondern ihre Entstehung durch den Zwang, den er den Hunden auflegt, begünstige, dass die Maulkörbe sehr häufig so eonstruirt sind, dass sie das Beissen doeh nicht unmöglich machen und vom Hunde zerbrochen werden und dass, wenn sie ihren Zweck erfüllen, sie die Bewegung der Kiefer, die Athembewegung und das Trinken behindern, dass das Anlegen der Maulkörbe der Verwendung gewisser Hunde (Fleischer-, Jagd-, Schäferhunde u. s. w.) abträglich sei, dass den Hunden wenigstens beim Fressen der Maulkorb abgenommen werden müsse und dann die im Zimmer Anwesenden doch gefährdet sind, und dass die ganze Maassregel nur wenig nütze, wenn sie nur örtlich angeordnet werde.

Diesen Einwänden gegenüber ist entgegen zu halten, dass die Wuth in Orten, wo die Hunde Jahr aus Jahr ein Maulkörbe tragen müssen, nicht häufiger auftritt als in Städten, wo sie frei herumlaufen, dass also ein Einfluss des Maulkorbtragens in ätiologischer Beziehung für Hundswuth nicht ersichtlich ist; weiter hat es keine Schwierigkeiten, wirksame, unzerreissliche und doch bequeme Maulkörbe zu eonstruiren, und keine Schwierigkeit Fleischer-, Schäfer- und Jagdhunden während der Zeit ihrer Verwendung den Maulkorb abzunehmen. Wenn die Hunde im Hause vom Maulkorb befreit werden, so sind allerdings die Hausgenossen nicht geschützt, aber der Werth des Maulkorbes für den Strassenverkehr ist unbestreitbar. Richtig ist, dass der Maulkorbzwang erst dann sich erspriesslich erweisen kann, wenn er zu einer allgemeinen Maassregel gestempelt und seine Durchführung strenge controlirt wird.

Der Vorschlag, die Hunde nur dann auf die Strasse zu lassen, wenn sie an der Leine geführt werden, kann nicht als ein wirksamer Schutz gegen die Uebertragung der Wuth auf den Menschen angesehen werden. Ein Hund, der an der Leine ist, kann seinen Führer und jeden Vorübergehenden beissen.

Bissige und zornige Hunde sind dort, wo sie nöthig sind, an Ketten zu legen. Hunde muthwillig zu reizen und zu peinigen, ist erfahrungsgemäss sehr gefährlich. Es liegt die Erfahrung vor, dass der Biss sehr erzürnter oder auch geschlechtlich erregter Thiere dem Gebissenen Wunden beibringt, die sehr schwer heilen und deren Folgen nicht selten Blutzersetzung und Tod sind.

Es ist gewiss gerechtfertigt, wenn die strafgesetzlichen Bestimmungen für alle Beschädigungen, die in Folge von Fahrlässigkeit, Leichtsinn seitens der Hundebesitzer durch Hunde angerichtet wurden, den Besitzer derselben zur Verantwortung ziehen. Doch lässt sich nicht verkennen, dass es in den meisten Fällen unmöglich ist, die Fahrlässigkeit oder den Leichtsinn der Hundebesitzer nachzuweisen. Der beste Schutz gegen die Gefahr durch den Verkehr mit Hunden liegt in der Bekanntschaft des Publicums mit der Pflege und Wartung der Hunde und mit den Anzeichen und Folgen der Hundswuth. Die Verbreitung solcher Kenntnisse durch populäre Schriften und durch die Schule ist deshalb nothwendig.

Milzbrand.

Der Mensch kann an Milzbrand nur in Folge einer Infection mit Milzbrandgift erkranken. Das Milzbrandgift bildet sich originär nur bei Thieren und zwar durch einen eigenthümlichen pathologischen Process, welcher hauptsächlich in Zersetzung des Blutes besteht, die Thiere rasch, oft plötzlich tödtet und sporadisch oder epidemisch beim Rinde, Pferde, Schafe, Schweine, Hirsch und Reh vorkommt und auf Thiere und Menschen übertragbar ist.

Unter den Nutzthieren richtet der Milzbrand sehr bedeutende Verheerungen an und auch die Zahl der Milzbranderkrankungen der Menschen ist nicht gering.

Die Erscheinungen, mit welchen der Milzbrand beim Menschen auftritt und verläuft, sind verschieden nach der Art, wie das Gift eingeführt wurde. Das Milzbrandgift erzeugt an der Applicationsstelle eine heftige, zu Brand geneigte Entzündung, Carbunkeln, und eine rasch verlaufende intensive Blutentmischung, die einen anderen Charakter als die gewöhnliche Pyämie zeigt. Ist das Gift als solches direct in das Blut aufgenommen worden, so entwickelt sich ebenfalls die letztbezeichnete Blutkrankheit, welche wieder ihrerseits zu örtlichen, rasch in Brand übergehenden Entzündungen führt.

Die originäre Entstehung des Milzbrandes ist höchst wahrscheinlich durch örtliche Verhältnisse bedingt, doch wissen wir hierüber nur wenig. Milzbrand entsteht am häufigsten auf stark durchfeuchtetem Boden, dessen Temperatur zum Maximum gekommen

ist, also im Sommer auf feuchten Weiden, in Gegenden, die den Sumpfcharakter zeigen.

Ob wirklich, wie Buchner andeutet, Heupilze, oder ob, wie Pasteur meint, die Regenwürmer als Träger der Milzbrandbacterien eine causale Rolle bezüglich der Milzbrandinfection spielen, darüber fehlt es bis jetzt sowohl an bestätigenden, als an widersprechenden Thatsachen. Bei der mikroskopischen Untersuchung milzbrandkranker Thiere findet man constant kleine Körperchen in unzähliger Menge, welche als Stäbchen-Bacterien (Bacillus Anthracis Cohn) erkannt wurden. Auch bei den Sectionen der an Milzbrand verstorbenen Menschen fand man im Leichenblut Faden- und Kugelbacterien, jedoch in geringerer Menge, als im Blute milzbrandkranken Viehes. Ebenso wurden auf der Oberfläche und im Gewebe der Milzbrandkarbunkeln, sowie auch in der Milz Bacterien nachgewiesen.

Das Milzbrandgift haftet an allen festen und flüssigen Theilen des Thieres, namentlich auch an den Haaren, dem Blute, Geifer und pathologischen Secreten.

Die Uebertragung des Giftes wird hauptsächlich vermittelt durch Verunreinigung zarter, excoriirter oder verletzter Hautstellen mit den erwähnten Stoffen. Ausserdem kann auch der Genuss milzbrandigen Fleisches, der Stich einer Fliege, eines Insectes, an deren Rüssel Milzbrandgift von früher her haftet, die Infection bewirken.

Die menschlichen Opfer, welche der Milzbrand fordert, sind am zahlreichsten unter solchen Arbeitern, welche die Abfälle und Producte milzbrandiger Thiere zu berühren oder zu verwenden haben (Hirten, Stallknechte, Kuhmägde, Landwirthe, Metzger, Abdecker, Viehhändler, Bürstenbinder, Gerber, Wollwäscher).

Das Contagium des Mildbrandes scheint sehr widerstandsfähig zu sein und lange conservirt zu bleiben. Davaine's Versuche lehren, dass die Milzbrandbacterien in getrocknetem Blute noch nach 11 Monaten vermehrungsfähig bleiben.

Bei der hohen Gefährlichkeit des Milzbrandes wäre es sehr zu wünschen, wenn wirksame prophylaktische Maassregeln gegen diese Krankheit zu Gebote stünden. Die Ursachen der originären Entstehung sind leider noch nicht genügend erforscht, und ein zielbewusstes Vorgehen der Prophylaxis ist deshalb gegenwärtig noch nicht möglich. Unzweifelhaft spielt die Bodenfeuchtigkeit in der Aetiologie des Milzbrandes eine hervorragende Rolle, und thatsächlich hat das Trockenlegen von wasserreichen Boden durch einsichtsvolles Drainiren in Milzbrand-Districten par excellence die in Rede stehende Krankheit zum Verschwinden gebracht.

Von Toussaint*) ist die äusserst wichtige Entdeckung gemacht worden, dass Impfung mit Milzbrandblut, welches durch wiederholtes Filtriren von Bacterien befreit oder 10 Minuten lang

*) Toussaint de l'immunité pour le charbon, aquise à la suite de l'inoculation préventive. Receuil de médecine vétérinaire 1880, p. 732.

auf 55° C. erwärmt und defribinirt wird, Thiere, welche für den Milzbrand empfänglich sind, nach einer Incubationsdauer von 10 bis 12 Tagen gegen Milzbrand vollkommen immun macht, ohne dass die Thiere durch die Präventiv-Impfung erheblich erkranken.

Chauveau*) fand, dass die algerischen Schafe, welche wenig Neigung zur Erkrankung an Milzbrand besitzen, durch Application kleiner Quantitäten von Milzbrandblut nach unbedeutender Erkrankung allmälig vollkommen immun gegen Milzbrand gemacht werden können und dass auch von den geimpften Schafen geborne Lämmer vollkommen immun gegen den Milzbrand sich zeigen.

Versuche von Krajewski bestätigen die Toussaint'schen Versuche auch für die Septichaemie.

Aus diesen Versuchen scheint hervorzugehen, dass die Bacterien des Milzbrandes und der Septichaemie fermentartige Stoffe produciren, die, den Thieren beigebracht, denselben Immunität verleihen, d. h. eine Einwanderung und Vermehrung derselben Bacterien verhindern. Sollte sich das auch für andere Contagien bewähren, so wäre ein sicheres Präservativmittel gegen die Infectionskrankheiten gefunden.

Um die Uebertragung des Giftes auf Menschen zu verhüten, ist es vor Allem nothwendig, dass Personen, welche mit milzbrandkranken Thieren zu thun haben, über die Art und Grösse der Gefahr belehrt werden, und dass die Behörden von jedem vorkommenden Milzbrandfall sofortige Kenntniss erhalten; die Cadaver der an Milzbrand gestorbenen Thiere müssen unter den nöthigen Vorsichtsmaassregeln in toto verscharrt oder verbrannt werden. Alle Gegenstände, an denen Milzbrandgift haftet oder haften könnte, sind, wenn sie geringwerthig sind, zu verbrennen, sonst aber zu desinficiren.

Selbstverständlich ist der Verkehr des milzbrandkranken Thieres mit anderen zu verhindern. Der Genuss des Fleisches milzbrandkranker Thiere ist verboten.

Rotz.

Mit dem Namen Rotz bezeichnet man eine ansteckende Krankheit, die bei Pferden, Eseln und Maulthieren beobachtet wird. Sie ist auf Menschen sowie auch auf manche Thiere (Schafe, Ziegen, Kaninchen, Schweine), nicht aber auf das Rind übertragbar. Die thierärztlichen Erfahrungen haben noch keinen Fall zu verzeichnen, bei welchem eine spontane Entstehung der Krankheit sich folgern liesse. Immer war die Krankheit durch Ansteckung, durch Uebertragung eines Contagiums, des Rotzgiftes, erwiesen.

Das Contagium ist überall im Körper des rotzigen Thieres verbreitet, auch die Muskeln sind infectiös. In welchem Organ sich das Rotzgift erzeugt, ist gänzlich unbekannt. Ausgeführt wird es durch alle Excretionsorgane, auch durch die Lungen, denn das Gift

*) Chauveau: Études sur le sang de rate en Algérie. Journal de med. vétérinaire 1880, pag. 450.

wird auch durch Exhalation übertragen. Man hat mit dem Nasensecret, dem Blut-, den Se- und Excreten rotziger Pferde Impfungen bei gesunden Pferden, Schafen, Kaninchen u. s. w. vorgenommen und die Krankheit mit allen charakteristischen Erscheinungen hervorgerufen. Am häufigsten vermittelt der Ausfluss aus der Nasenhöhle die Ansteckung des Menschen.

Der Rotz kommt bei Pferden in zwei Formen vor. Der chronische Rotz beginnt mit einem Nasenkatarrh, später wird das Nasensecret purulent, ist zeitweilig mit Blut gemischt und wirkt corrodirend. Dann beobachtet man Tuberculose der Lungen, der Leber und Milz, Entzündungen der Nerven- und Lymphgefässe, besonders an den hinteren Extremitäten, endlich Abscess und Geschwürsbildung in der Haut. Diese Form kann einen Verlauf von Monaten und Jahren haben.

Der acute Rotz entwickelt sich manchmal aus der chronischen Form, oder er ist Folge der Ansteckung. Der acute Rotz verläuft in 7 bis 21 Tagen immer tödtlich. Die Erscheinungen charakterisiren sich durch starkes Fieber, Entzündung, Infiltration und Geschwürsbildung der Nasenschleimhaut. Das Nasensecret ist übelriechend. Der Tod erfolgt häufig durch Wassersucht.

Zum Rotz tritt nicht selten der Wurm hinzu. Es ist das eine Krankheitsform, bei welcher Beulen bis zur Grösse einer Haselnuss entstehen und in charakteristische Geschwüre, sogenannte Wurmgeschwüre, übergehen.

Die Erscheinungen, welche beim Menschen durch das Rotzgift erzeugt werden, bestehen im Prodomalstadium in Schwindel, Ohrenklingen, Schmerzen in den Muskeln und Gelenken, dann folgt heftiges Fieber, Appetitverlust, nicht selten Hautaffectionen von der Form der Roseola, Pemphigus u. s. w., ferner eine ausgesprochene Nasenaffection mit profusem Ausfluss und latöser Entzündung des Gesichtes, weiter Affectionen des Magens, Darmes, der Lungen und schliesslich Collapsus und Tod.

Die Rotzkrankheit gefährdet zumeist solche Personen, welche mit Pferden berufsmässig zu schaffen haben. Fruchtbare Gelegenheit zur Rotzverbreitung bieten auch die Beschäler, die Pferdemärkte, die Gast- und Postställe, die Abdeckereien.

Bezüglich der Prophylaxis des Rotzes gilt Aehnliches wie bei Milzbrand.

SIEBENTER ABSCHNITT.

Gewerbehygiene.

Erstes Capitel.

Einleitende Bemerkungen.

Der Betrieb einer Reihe von Gewerben kann unter Umständen mehrfache gesundheitliche Gefahren und wirkliche Gesundheitsschäden bedingen.

Im Allgemeinen können Gewerbe sanitär nachtheilig werden:

a) Für die Anrainer durch die flüssigen und festen Abgänge, durch die Dämpfe und Gase der Gewerbeanlage, durch lästiges Geräusch, Feuergefährlichkeit u. s. w.

b) Für die dabei beschäftigten Arbeiter durch Arbeit mit giftigen oder mechanisch reizenden Stoffen, durch Einathmen giftiger oder sonst schädlich wirkender Gase, Dämpfe, durch extreme Temperaturen, durch Ueberanstrengung einzelner Sinnesorgane oder Körpertheile, durch Ueberbürdung mit Arbeit, durch die Leichtigkeit, traumatisch verletzt zu werden, durch den Aufenthalt in ungesunden Arbeitsräumen u. s. w.

c) Für den Consumenten dadurch, dass der Waare eine Gefährlichkeit anhängt, über welche der Consument nicht oder nicht genügend unterrichtet ist oder die er gar nicht vermuthet.

Das Recht und die Pflicht des Staates zur Aufsicht über die Fabriken und den Gewerbebetrieb wird in allen Culturstaaten anerkannt und ausgeübt.

Fast in allen Staaten findet kraft besonderer Gesetze schon bei der geplanten Anlage der Fabriken und gewerblichen Etablissements eine Einwirkung der Behörden zu dem Zwecke statt, um von vornherein einer Gefahr für die Sicherheit und Gesundheit der Anrainer, des Publicums und der Arbeiter möglichst vorzubeugen.

Selbst in England, dessen freiheitliche Verfassung sich auch in seinen Gewerbegesetzen abspiegelt, sind gewisse Gewerbe und Betriebsanlagen (Gas-, Wasser-, Bergwerke etc.) unbedingt concessionspflichtig, obwohl im Allgemeinen die englische Behörde sich in sanitäre Gewerbeangelegenheiten erst dann einmischt, wenn aus einer Gewerbsanlage ein sanitärer Nachtheil resultirt oder wenigstens angeblich resultirt.

Diese in England geltenden Grundsätze erleichtern allerdings die Etablirung industrieller Anlagen, sie haben aber begreiflicherweise den Nachtheil, dass gesundheitsgefährliche oder gesundheitsschädliche Momente schon einige Zeit bestanden haben mussten, bevor zur Assanirung der aus dem Gewerbebetriebe sich ergebenden Missstände geschritten werden kann.

Dagegen verfolgt das von Frankreich aus eingeführte und von den meisten Continentalstaaten angenommene Concessionsverfahren ein das sanitäre Interesse besser schützendes Princip: Jedes Project einer gewerblichen Anlage, welches der Gesundheit nachtheilig werden könnte, muss vor seiner Realisirung geprüft werden. Für die Entscheidung über die Zulässigkeit einzelner Betriebsanlagen stellen die Gesetzgebungen einzelner Staaten verschiedene Grundsätze fest.

Gesetzliche Bestimmungen Frankreichs unterscheiden die gesundheitsgefährlichen und lästigen Etablissements nach drei Classen.

Die erste Classe umfasst diejenigen, welche entfernt von Wohnhäusern stehen müssen.

Die zweite diejenigen, welche nicht unbedingt entfernt von Wohnhäusern zu stehen brauchen, deren Einrichtung aber nur gestattet werden darf, nachdem man die Ueberzeugung gewonnen hat, dass die darin betriebenen Arbeiten so ausgeführt werden, dass sie die Eigenthümer der Nachbargrundstücke weder belästigen, noch ihnen Schaden zufügen.

Die dritte Classe umfasst diejenigen Etablissements, deren Einrichtigung ohne Beanstandung neben Wohngebäuden gestattet ist, welche aber der Beaufsichtigung durch die Polizeibehörde unterworfen bleiben.

Mitunter haben die Stadt- oder die Gewerbsbehörden mit Bezug auf gewisse sanitär bedeutsame Gewerbsanlagen bestimmte Instructionen erlassen, die als Basis für die Beurtheilung des Fabricationszweiges und für die Feststellung der Concessions-Bedingungen dienen sollten.

Die Herausgabe solcher Instructionen kann allerdings dem Industriellen den Vortheil bieten, schon im Voraus seine Angelegenheit möglichst vollständig übersehen und ordnen zu können; sie schützt ihn auch gegen mögliche Willkür oder übel verstandenen Eifer der Sanitätsbehörde, gegen störrige Abneigung und unbegründete Furcht der Nachbarn und vereinfacht die Amtshandlung der Behörde, insofern diese bei derlei Angelegenheiten gleichmässig

walten und sicher auftreten kann — allein an die praktische Durchführung dieser Maassregel ist nicht zu denken. Mit den stetigen Fortschritten der Technologie ändern sich auch die Betriebsmethoden, und die Gesetzgebung müsste demnach ihre Instructions-Sammlung dem jeweiligen Stande der Technologie gemäss fortwährend modificiren und ergänzen, was natürlich unthunlich ist.

Jede Eintheilung nach dem Grade der Gefährlichkeit und Belästigung ist weder exact, noch richtig, noch durchführbar.

Besser ist es, in jedem einzelnen Falle die örtlichen Verhältnisse genau zu berücksichtigen, den concreten Fall zu beurtheilen. Selbstverständlich aber ist es, dass diejenigen Gewerbe, welche aus sanitären Rücksichten einer besonderen Concession bedürfen, bezeichnet und der Geschäftsgang betreffs der Ertheilung oder der Versagung der Concession gesetzlich geregelt werden müsse.

In Oesterreich bestehen nach der Gewerbeordnung von 1859 nachfolgende Bestimmungen bezüglich der Genehmigung sanitär bedeutsamer Betriebsanlagen: „Gewerbe, welche durch gesundheitsschädliche Einflüsse, durch die Sicherheit bedrohende Betriebsarten, durch üblen Geruch oder durch ungewöhnliches Geräusch die Nachbarschaft zu gefährden oder zu belästigen geeignet sind, dürfen vor erlangter Genehmigung der Betriebsanlage nicht in Betrieb gesetzt werden."

Im Allgemeinen hat die Behörde bei solchen Betriebsanlagen im kürzesten Wege die Uebelstände zu prüfen und die etwa nöthigen Bedingungen und Beschränkungen vorzuschreiben, wie insbesondere darauf zu sehen, dass Kirchen, Schulen, Krankenhäusern und anderen öffentlichen Anstalten und Gebäuden aus derlei Gewerbsanlagen keine Störung erwachse.

Concessionspflichtig sind: Abdeckereien, Anlagen zur Bereitung von Feuerwerkskörpern, von Zündwaaren, Düngerfabriken, Talgschmelzereien, Kerzengiessereien, Seifen-, Leim-, Firniss-, Blutlaugen-, Knochensiedereien, Knochenbleichen, Knochenstampfen und Mühlen, Knochenbrennereien, Wachstuch-Manufacturen, Schnellbleichen, Flaehs- und Hanfrösten, Darmsaiten-Manufacturen, Arsenikhütten, Salzsäure-, Salpetersäure-, Schwefelsäure-Fabriken, Salmiak-Fabriken, Koksbereitungs-, Steinkohlentheer-, Holztheer-Fabriken, Kalk-, Gyps- und Russbrennereien, Leuchtgasanstalten, Glashütten, Spiegelamalgamirwerke, Ziegel-, Thonbrennereien, Zuckersiedereien, chemische Fabriken, Oel-Fabriken, Gerbereien, Schlachthäuser, Flecksiedereien, Hütten- und Hammerwerke, die Errichtung und Aenderung von Werken, welche durch Wasserkraft bewegt werden.

„Die Behörde hat die beabsichtigte Unternehmung sowohl durch Ansehlag in der betreffenden Gemeinde als auch durch specielle Mittheilung an den Gemeindevorstand und die bekannten Aurainer kundzumachen und eine commissionelle Verhandlung anzuberaumen, bei welcher, wenn dies nicht früher schriftlich geschah, die allfälligen Einwendungen einzubringen sind, widrigenfalls der Aus-

führung der Anlage stattgegeben wird, insofern sich nicht von Amtswegen Bedenken dagegen ergeben."

Für das Concessionsverfahren ist weiter von Wesenheit, dass die Industriellen verpflichtet werden, Aenderungen in der Anlage oder im Betriebe, durch welche eine gesundheitliche Gefahr oder ein sanitärer Uebelstand eintritt, zur Kenntniss der Behörde zu bringen.

Fabriksinspectoren.

Wenn der Staat das Recht hat, Concessionen zu ertheilen oder zu verweigern, so müssen die Organe desselben auch in der Lage sein, an die Beurtheilung der verschiedenen Industriezweige bezüglich ihrer Zu- oder Unzulässigkeit den rechten Maassstab anzulegen. Es gibt aber selbst unter Chemikern von Fach viele, und unter den Aerzten noch mehr, welche eine genügende Kenntniss der chemischen Technologie nicht haben. Letztere verlangt eine reiche Erfahrung, ein specielles Studium und sorgfältiges Verfolgen der Riesenfortschritte dieser Wissenschaft. Die Werke über chemische Technologie schweigen in der Regel über die Nachtheile, welche der industrielle Betrieb auf die Gesundheit auszuüben vermag. Man muss vieles gesehen, geprüft, viele Erfahrungen gesammelt und diese durch ein gründliches Wissen zum richtigen Verständniss gebracht haben, ehe man zu einem bestimmten Urtheil über den Einfluss der Industrien auf die Gesundheit berechtigt ist*).

Bei Ausübung der Gewerbe-Sanitätspolizei handelt es sich vor Allem darum, die hier drohenden Klippen des Zuviel- und des Zuwenigthuns zu umgehen. Collisionen zwischen den Forderungen der Gesundheitspflege und den Interessen des Gewerbes entstehen ungemein leicht, und während der beschränkte Eigennutz des letzteren in jeder Sicherheitsmaassregel eine lästige Bevormundung erblickt, ist die Gesundheitspolizei gar oft geneigt, in blindem Eifer das Ziel zu überschiessen.

Deshalb sollten nur solche Organe, welche die Interessen der Industriellen, zugleich aber auch jene der Arbeiter und der öffentlichen Gesundheit zu beurtheilen und zu würdigen befähigt sind, berufen werden, in gewerbe-sanitätspolizeilichen Angelegenheiten zu amtiren.

Auch die weitere Erwägung, dass jede Gewerbe-Sanitätspolizei ganz illusorisch wird, wenn nicht für eine systematische Controle der im Betrieb befindlichen, sanitär bedeutsamen Arbeitsstätten gesorgt ist, und dass eine solche Controle nur dann Erspriessliches leisten kann, wenn hiebei wieder sowohl das sanitäre als das gewerbliche Interesse gewahrt wird, bedingt die Forderung, dass der in Angelegenheiten der Gewerbehygiene amtirende Beamte nicht nur Arzt und Hygieniker, sondern auch zugleich Technologe und Chemiker sei. Ist er das, so wird er nicht nur bei Concession der Gewerbeanlagen ein richtiges Urtheil fällen, er wird auch bei Aufstellung der etwaigen, aus sanitären Rücksichten nothwendigen

*) Eulenburg Gewerbe-Hygiene 15.

Betriebsbedingungen die jeweiligen Erfahrungen und Errungenschaften der Industrie mit den hygienischen Forderungen und dem Einzelninteresse des Fabrikanten und der Arbeiter in Einklang bringen können; weiter wird er bei Ausübung der Controle des Gewerbebetriebes alle Standpunkte berücksichtigen, versöhnend und nicht einseitig vorgehen.

Zum Zwecke der sanitätspolizeilichen Regelung und Controle der Gewerbe haben einzelne Staaten das Institut der Fabriksinspectoren eingeführt. Es wäre in gewerbehygienischer als auch in nationalökonomischer Beziehung sehr wünschenswerth und vortheilhaft, wenn diese Fabriksinspectoren allüberall eingesetzt und hiebei nur solche Personen beamtet würden, welche die früher erörterten Vorbedingungen hiezu besitzen.

Eulenberg sagt: Fabriksinspectoren, welche Sinn und Herz für das Wohl der Menschheit haben und dabei wirkliche Sachkenntniss besitzen, können in doppelter Beziehung segensreich wirken. Sie sind für den Fabrikanten ein Sporn, seine Fabrik den Anforderungen der gewerblichen Gesundheitspflege gemäss einzurichten; sie sind für den Arbeiter eine Beruhigung, indem er dadurch die Ueberzeugung gewinnt, dass man ein Interesse für sein Wohl und Wehe an den Tag legt und zwar in der Voraussetzung, dass sie gewissenhaft verfahren, weder einseitig das Interesse des Fabrikanten oder Arbeiters vertreten, noch einseitig am Buchstaben des Gesetzes halten, sondern ihre Thätigkeit und Sachkenntniss auf Alles ausdehnen, was sie mit den Anforderungen der öffentlichen Gesundheitspflege nicht in Uebereinstimmung finden.

Medicinalbeamte, welche sich mit dem ganzen Umfang der öffentlichen Gesundheitspflege beschäftigen wollen, müssen den Grund zu ihrer Befähigung hiezu schon an der Hochschule legen und ihr Studium demgemäss einrichten. Eine physikalische und chemische Durchbildung muss die Grundlage bilden, auf welcher sie den Besuch und das Studium der Fabriken und Anlagen erst praktisch verwerthen können.

Leider haben die Regierungen bisher ziemlich allgemein gar nichts für die technologische Ausbildung der Sanitätsbeamten gethan. Soll aber das Institut der Fabriksinspectoren in sanitätspolizeilicher Beziehung jenen Erfolg haben, den man von ihm erwarten kann, so muss auch für die Ausbildung von Gewerbehygienikern gesorgt sein.

Allgemeine Gesichtspunkte bei Beurtheilung der Gewerbebetriebe.

Wird die Concession zur Errichtung einer industriellen Anlage nachgesucht, so ist vom sanitären Standpunkt zu beachten, und näher zu prüfen, ob durch den Betrieb die Gesundheit der Arbeiter beschädigt oder die nächste Umgebung belästigt oder gefährdet werden kann. In letzterer Beziehung wird es nothwendig sein, in jedem einzelnen Falle die ganze Anlage (Lage, Ausdehnung, Grösse, Bauart, ihre Entfernung von Wohnungen, Brunnen u. s. w.), die

Betriebsweise und die Betriebsmittel (Rohmaterialien, ihre Aufbewahrung und Verarbeitung, die hiezu verwendeten Geräthschaften und Kräfte) im Detail und im gegenseitigen Zusammenhange auf ihre gesundheitliche Bedeutung zu beurtheilen. Besonders aber wird man auf die festen, flüssigen und flüchtigen Abgänge der Fabrik sein Hauptaugenmerk richten müssen und zu prüfen haben, ob durch dieselben der Luftkreis und in welchem Maasse inficirt, der Boden verunreinigt, fliessende oder andere Gewässer gesundheitlich geschädigt werden.

Ist letzteres der Fall, zeigt es sich, dass durch den Gewerbebetrieb für die Nachbarschaft oder für die Oeffentlichkeit irgend ein Nachtheil entstehen wird, dann kann die Concession so lange nicht ertheilt werden, bis alle jene Einrichtungen hergestellt sind, durch welche die Anreiner und die anderen Interessenten vor Schaden, Belästigung und Gefahr ausreichend geschützt erscheinen. Die Sanitätspolizei braucht den Concessionswerber die Mittel hiezu nicht namhaft zu machen; mit dem Vorschreiben bestimmter Mittel übernimmt die concessionirende Behörde eine gewisse Verantwortlichkeit für die Wirksamkeit derselben; die Fabriken mögen sich daher selbst kümmern, zweckentsprechende Präservativ-Einrichtungen aufzufinden.

Mit Bezug auf den Arbeitersehutz kann man im Allgemeinen für jeden Gewerbebetrieb fordern, dass der Unternehmer alle diejenigen Einrichtungen herstellt und unterhält, welche mit Rücksicht auf die besondere Beschaffenheit des Gewerbebetriebes und der Betriebsstätte zur thunlichsten Sicherung der Arbeiter gegen Gefahr für Leben und Gesundheit nothwendig sind.

Zweites Capitel.

Allgemeine Arbeiterhygiene.

Arbeitsraum.

Im Interesse des Arbeiters muss vor Allem verlangt werden, dass alle Räume einer Fabrik oder eines Gewerbebetriebes den Forderungen, welche man bezüglich gesunder Wohnungen aufstellt, entsprechen, dass sie also hinlänglich geräumig, licht, luftig und normal temperirt sind. Welche hygienischen Gesichtspunkte hiebei in Betracht kommen, geht aus den früheren Abschnitten über Luft, Wärme, Licht hervor. In allen Fabriksräumen sollte die grösste Reinlichkeit beobachtet werden. Ein Ausscheuern des Bodens und Tünchen der Wände sollte wenigstens einmal jährlich vorgenommen werden.

Beschäftigungsweise.

Die mit einer Arbeit oder einem Gesehäftsbetriebe verbundene Bewegung ist in manchem Falle eine zur Erhaltung der Gesundheit ungenügende oder es wird eine übermässige Muskelanstrengung erfordert oder endlich der Gewerbebetrieb oder die Arbeit führt zu

einer durch einseitige Benützung des Muskelsystems erzeugten Störung des körperlichen Wohles.

Leute, welche ihre Arbeit sitzend betreiben, werden um so früher und intensiver an der Gesundheit geschädigt, je mehr dabei der Rumpf in gebeugter Stellung gehalten wird. Die Organe des Unterleibes und der Brust werden gedrückt, ihre Functionen beeinträchtigt, der Blutlauf, namentlich im Pfortadersystem verlangsamt, Verdauung und Assimilation werden verschlechtert, die Ernährung leidet, die Muskelkraft schwindet, die körperliche und geistige Energie liegt in hohem Grade darnieder. Die Stauungen im Pfortadersystem bewirken mit der Zeit das Entstehen von Hämorrhoidalbeschwerden, besonders wenn das Gesäss durch einen gepolsterten Sitz warm gehalten wird; bei Weibern entwickelt sich unter gleichen Umständen Leukorrhoe. Besonders verderblich wirkt anhaltendes Sitzen auf Kinder, welche dadurch in der Entwicklung zurückbleiben, daher sie nie zu lange sitzend beschäftigt werden sollen.

Leute, deren Arbeit grossen Kraftaufwand erfordert, ziehen sich häufig Hernien, Muskelcontractionen, Muskelzerreissungen, Sehnenscheiden-Entzündungen, Knochenbrüche, heftige Congestionen zu den Brustorganen und zum Kopf, ja selbst Apoplexien zu. Sie altern übrigens bald, was besonders beim weiblichen Geschlecht zu bemerken ist.

Anhaltendes Stehen nimmt die Körperkraft sehr in Anspruch und beschwert den Rückfluss des Blutes aus der unteren Körperhälfte, daher sich Venenanschwellungen, varicöse Geschwüre, Oedem an den unteren Extremitäten ausbilden; die bei Bildhauern, Schriftsetzern u. s. w. häufig vorkommende Entwicklung des Plattfusses ist eine Folge des fortwährenden Stehens.

Gewisse Arbeiten verlangen die ausschliessliche oder vorwaltende Thätigkeit einzelner Muskelgruppen; dadurch werden diese hypertrophirt, die nicht gebrauchten atrophiren, es entsteht Ungleichheit des Muskelzuges auf das Skelet, Einseitigkeit des Körpers. Schwielen, Blasen, Dermatitis der Hohlhand, Schreiberkrampf, Retraction der Palmaraponeurose, accidentelle Schleimbeutel etc. sind häufig beobachtete Folgen einseitigen Druckes bei der Handhabung gewisser Instrumente.

Leute, welche sich beständig mit sehr kleinen Gegenständen beschäftigen, wie z. B. Uhrmacher, Stickerinnen, Graveure, Zeichner u. s. w. erkranken leicht an Kurzsichtigkeit und Augenschwäche. Ist das Auge bereits afficirt und wird die Beschäftigung dennoch fortgesetzt, so kann es zur Amblyopie und Amaurose kommen. In anderen Fällen leiden die Sehorgane durch zu starke oder zu schwache Beleuchtung, durch häufigen Wechsel von Licht und Dunkelheit, durch beständiges Anblicken grell gefärbter Flächen, Feuersgluth u. s. w.

In Schmieden, Mühlen, Hammerwerken leidet das Gehörorgan der daselbst Beschäftigten durch die beständigen heftigen Schallvibrationen.

Manche Arbeiter (Schmiede, Giesser, Schmelzer, Bäcker) sind anhaltend oder vorübergehend einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt, wodurch Congestionen zu Brust und Kopf, Neigung zu Hämorrhagien, Schwächung des Körpers durch übermässigen Schweiss und Verweichlichung der Haut hervorgerufen werden. Sehr niedrige Temperatur ist von geringerer Bedeutung, da der Körper sich leichter daran gewöhnt und dem Arbeiter die Möglichkeit geboten ist, durch eine zweckmässige Bekleidung sich zu schützen.

Die continuirliche Einwirkung hoher Temperaturen beeinträchtigt aber auch die Gesundheit in unmittelbarer Weise, indem sie die Ursache rascher Uebergänge von Hitze und Kälte wird und entzündliche Lungenaffectionen, Rheumatismen, albuminöse Nephritiden veranlasst.

Arbeitszeit.

Von besonderer Wichtigkeit ist die physiologische Thatsache, dass Arbeit jeder Art durch zu lange Dauer schädlich auf den Körper wirkt, seine Kraft erschöpft und die Energie des Lebensprocesses herabsetzt.

Pflanze, Thier und Mensch sind mit Nothwendigkeit darauf angewiesen, zeitweilig Ruhe zu pflegen. Will man gesund bleiben, so kann und darf man sich dem unwandelbaren Naturgesetze der wechselnden Intensität der Arbeit sämmtlicher Organismen nicht entziehen, die Zeit muss in Stunden der Arbeit, der Musse, des Schlafes und der Ruhe eingetheilt werden.

Die Folgen der Ueberanstrengung durch übermässig lange Arbeitszeit sind eine gewisse Ueberreiztheit des Nervensystems, die später einer bleibenden und allgemeinen Erschlaffung Platz macht, zu welcher sich dumpfer Kopfschmerz, ja sogar Unvermögen, klar zu denken, gesellen kann. Hält die übermässige Arbeit längere Zeit an, so werden bald alle Systeme des Körpers angegriffen, das Herz und ebenso die grösseren Gefässe in Function und Structur beeinträchtigt, es zeigen sich Störungen des regelmässigen Kreislaufes, des Gehirns, des Verdauungstractes und schliesslich allgemeines Siechthum.

Ueberarbeitung ist kein Vortheil für den Fabriksherrn. Humane Industrielle wissen recht gut, dass bei mässiger Arbeit mehr geleistet wird, als bei Ueberanstrengung. Auch der Arbeiter kann bei einer elfstündigen Arbeit mehr verdienen, als bei einer zwölfstündigen.

Der praktische Amerikaner hält demnach an dem Principe: 8 Stunden für die Arbeit, 8 Stunden für den Schlaf, 8 Stunden für das Studium und die Musse.

Aus all diesen Erörterungen geht hervor, dass die Regelung der Arbeitszeit eine Angelegenheit von grösster gesundheitlicher und national-ökonomischer Bedeutung ist.

Wenn sich trotz der Wucht dieser Thatsachen der Staat und der Hygieniker nicht immer für die Einschränkung der Arbeitszeit auf eine bestimmte Stundenzahl (etwa nach dem Principe der

Amerikaner täglich auf 8 Stunden) aussprechen können, so liegt das hauptsächlich in dem geringen Verständniss des Arbeiters für solche Maassregeln. Dem Arbeiter liegt das sanitäre Moment fern. Der Hygieniker ist ihm nur der Mauerbrecher für soeiale Bestrebungen. Die 8 Stunden Arbeitszeit fasst der Arbeiter als weiter nichts auf, als dass ihm zwei Extrastunden mit höherem Lohn als bei der Zehnstundenarbeit gezahlt werden sollen. Wie oft nimmt er, wenn der Lohn hoch genug ist, nach Schluss der normalen Arbeitszeit neue Arbeit an. (Lewy*).

Es lässt sich demnach gegenwärtig eine bestimmte Arbeitszeit für den erwachsenen kräftigen männlichen Arbeiter nicht genau präcisiren. Die meisten Staaten beschränken die Arbeitszeit auf 12 bis 10 Stunden. Treffend äussert sich hierüber Plener: „Humanität seitens der Arbeitgeber und erhöhte Bildung seitens der Arbeiter müssen Hand in Hand gehen, um die richtigen Anschauungen über Production und Vertheilung des Geldes immer mehr anzubahnen. Die Fabrikanten müssen Verständniss und Herz für die Noth der Arbeiter haben, nicht unnöthig die Löhne verringern, sondern in Einklang mit ihrem Verdienst bringen. Ein gegenseitiges Besprechen und offenes Darlegen der factischen Verhältnisse führt am ehesten zum Ziel und zur Versöhnung."

Frauen- und Kinderarbeit.

Die systematische Regelung und Ueberwachung der täglichen Arbeitszeit von Seite des Staates ist besonders mit Rücksicht auf Frauen, junge Leute und Kinder nothwendig, da diese für sich einzutreten und sich selbst zu schützen meist gar nicht in der Lage sind, wie der erwachsene arbeitende Mann.

Ausserdem kommen noch ganz besondere Momente hiebei in Berücksichtigung. Das Weib ist vermöge seiner Bestimmung in erster Linie zur Pflege der Familie, zur Heranbildung eines tüchtigen, kräftigen Nachwuchses berufen und soll deshalb in diesem seinem Berufe nicht durch übermässige gewerbliche Arbeit Abbruch erleiden. Zudem ist es von Natur zarter angelegt und weniger widerstandsfähig. Drei bis acht Tage in jedem Monat befinden sich die geschlechtsreifen Personen weiblichen Geschlechtes in einem Zustande, welcher, sich durch heftigen Zufluss des Blutes zur Gebärmutter charakterisirend, den ganzen Organismus in mächtige Erregung versetzt und ganz besonders zu allen Erkrankungen disponirt. Der ungünstige Einfluss der Fabriksarbeit auf schwangere Frauen findet in der Häufigkeit der Frühgeburten bei Fabriksarbeiterinnen und in der relativ grösseren Sterblichkeit der Kinder im ersten Lebensjahre in den industriellen Staaten Europas seinen Ausdruck.

Junge, noch nicht völlig entwickelte Leute von 14 bis 19 Jahren können auch nicht in dem Maasse und nicht mit der Intensität, wie der erwachsene Mann zur Arbeit zugezogen werden. So lange ihr

*) Lewy, Arbeitszeit, Wien 1875.

Organismus noch nicht gänzlich ausgebaut und hinlänglich gekräftigt ist, so lange noch Schule und Berufsausbildung zu vervollständigen sind, muss die Arbeitszeit entsprechend reducirt und manche Arbeit ganz ausgeschlossen werden.

Kinder unter 14 Jahren können aber vom rein hygienischen Standpunkte unter keiner Bedingung zur gewerblichen Arbeit zugelassen werden. Dass die Fabriksarbeit für den kindlichen Organismus unerträglich sei, die Jugend verwildere, roh mache, sie vorzeitig erschöpfe, zum frühen Greisenthum oder zum Tod führe, lehrt die tägliche Erfahrung und die Sterblichkeit und Erkrankungs-Statistik der Industriestädte, namentlich jener, wo die Textilindustrie und damit die Kinderarbeit im Schwunge ist. Verkrümmungen des Rückgrates, Knochenverbildungen, Skrophulose und Lungenkrankheiten sind nur allzuhäufige Zustände der Fabrikskinder und bedingen es, dass in vielen Fabriksdistricten ebenso viele Personen vor ihrem 20. Jahre sterben, als anderswo vor ihrem 40.

In Erwägung aller dieser Umstände muss die Hygiene mit Recht fordern, dass Kinder unter 14 Jahren gar nicht, junge Leute von 14 bis 18 Jahren erst dann, wenn sie von einem Arzte hiezu physisch geeignet befunden wurden, zur Fabriksarbeit zugelassen werden. Doch sollte die Arbeitszeit für junge Leute höchstens auf 8 Stunden normirt werden und durch entsprechende Ruhepausen unterbrochen sein.

Frauen und junge Leute sollten auch von der Nacht-, Sonn- und Feiertagsarbeit, von der unterirdischen Beschäftigung (junge Leute bedürfen zu ihrer Entwicklung unbedingt des Sonnenlichtes), dann von gewissen, für sie besonders schädlichen Industriezweigen ausgeschlossen sein. Frauen sollten vier Wochen vor und sechs Wochen nach der Entbindung zu keinerlei Fabriksarbeiten zugelassen werden.

Gefährdung der Arbeiter durch Staub.

Bei einer grossen Zahl von Gewerbebetrieben kommt fortwährend giftiger Staub zur Entwicklung, der für die Arbeiter, wenn es an geeigneten Schutzmitteln fehlt, höchst gefährlich werden kann.

Durch die Respiration, durch den Digestionstract und durch die Haut können die giftigen Staubtheilchen in den Körper gelangen und je nach Umständen eine acute oder chronische Vergiftung bewirken. Die vielfachen gewerblichen Vergiftungen, die auf diese Art entstehen, schaffen eine Menge erschöpfter, cachectischer, von verschiedenen functionellen Störungen gequälter Arbeiter. Auch die andauernde Einwirkung reizender Dämpfe ruft granulöse Angina, Augenblennorhoe, Emphysem, Bronchialkatarrh u. s. w. hervor. Sehr häufig beobachtet man als Folge des Aufenthaltes in mit sauren Dämpfen geschwängerten Räumen das Ausfallen der Zähne.

Es ist aber auch constatirt, dass selbst der indifferente Staub, der sich bei gewissen Gewerben entwickelt, mit der Respirationsluft in die Athmungswege gelangt, dort bis in die Alveolen vordringt, und von diesen aus meist durch Pentration in das interstitielle

Gewebe, den Lymphstrom einwandert, um schliesslich in den Bronchialdrüsen das Ziel seiner Wanderung zu erreichen, nachdem er vorher auf seinem Wege im Lungenparenchym und in den Hauptlymphgefäss-Ausbuchtungen Ablagerungen zurückgelassen hat. Die pathologischen Veränderungen, die in den Lungen durch diese Einlagerung von Fremdkörpern gesetzt werden, sind in nahezu allen bisher beobachteten Fällen die nämlichen, mögen die einzelnen Staubtheilchen ihrer Gestalt nach rund oder eckig, spitzig, hart oder weich sein. Stets zeigen die Lungen Wucherung des interstitiellen Gewebes mit Knötchen, Schwielen, Cavernen und Ausbuchtungen. Je nachdem die Staubablagerung durch Kohlen-, Eisen-, Kiesel- oder Tabakstaub u. s. w. bedingt ist, unterscheidet man in der Lungenpathologie eine Anthracosis, Siderosis, Chalicosis, Tabacosis etc.

Diese Thatsachen rechtfertigen es gewiss, wenn man die Häufigkeit der Erkrankungen an Tuberculose bei Arbeitern, die in staubreicher Luft sich beschäftigen müssen, zu mehr oder minder grösserem Theil auf diese Staubwirkung zurückführt.

Der Staub äussert aber mitunter noch andere schädliche Wirkungen, und zwar durch die Reizung, die er an den Körpertheilen hervorruft, auf denen er sich ablagert. Mancherlei Staubtheilchen lösen sich in dem fettigen Hautüberzuge, gelangen so von aussen in das Innere des Organismus und rufen mehr oder weniger charakteristische Allgemeinerscheinungen hervor. Sie vermischen sich mit dem während der Arbeit oft reichlich fliessenden Schweisse, bilden kleine Anhäufungen, welche die Mündungen der Ausführungsgänge der Hautdrüsen verstopfen, und rufen so circumscripte Entzündungsherde hervor, die sich manchmal zu Furunkeln und Abscessen entwickeln. In anderen Fällen und zwar meist beim Staub vegetabilischen Ursprungs dringen ganz winzige Faserstacheln unter die oberflächlichen Schichten der Haut ein und rufen lebhaftes Jucken hervor. (Arbeiter in Lohmühlen, Stösser pharmaceutischer Rinden, Hanfbrecher u. s. w.) Es werden deshalb bei solchen Arbeitern häufig Blepharitis ciliaris und lichenartige Eruptionen beobachtet.

Die Mittel, durch welche die Arbeiter vor Staub geschützt werden können, sind verschieden.

Wo die technischen Rücksichten gestatten, angefeuchtetes Material zu verarbeiten, ist das Zerreiben desselben unter Wasser der beste Behelf, Staub zu verhüten.

Bei Manipulationen, welche sehr giftigen Staub oder Dampf entwickeln, hat man den Arbeitstisch völlig durch Glashelme und Glasschränke verschlossen, die mit Schaltstücken versehen sind. Der Arbeiter operirt, indem er die Arme durch die in Brusthöhe im Glaskasten befindlichen Oeffnungen steckt, während der giftige Staub oder Dampf nach der Abzugsesse hin aspirirt wird. Solche Vorrichtungen sind in den verschiedenartigsten Modificationen, den jeweiligen technischen Zwecken angepasst, in Vorschlag gebracht worden.

Ein wichtiger Schutzapparat gegen Staub und Dampf ist der Respirator. Die meiste Verwendung finden jene Respiratoren,

welche aus einfachen oder doppelten Metallnetzen bestehen, die mit einem Stücke Musselin oder sonstigen porösen Stoffen überzogen sind und auf diese Weise sich nach Bedürfniss stets reinigen lassen. Es gibt auch Respiratoren, bei denen die luftfiltrirende Watte, Wolle u. s. w. zwischen zwei Metallnetzen sich befindet. Die Wirksamkeit dieser Respiratoren wird durch Anfeuchten der luftfiltrirenden Schichte befördert, zugleich kühlt sich die einzuathmende Luft etwas ab.

Zum Schutze gegen schädliche, reizende, saure oder alkalische Dämpfe kann die luftfiltrirende Schichte mit einer entsprechend absorbirenden Flüssigkeit imprägnirt werden. Der Respirator von Stenhouse enthält dünne Schichten Holzkohle zwischen weitmaschigen Drahtnetzen. Er wird in England gegen mephitische Gase und Krankheitscontagien vielfach angewendet.

Bedingungen für die Construction eines guten Respirators sind: 1. Dass alle Luft, die eingeathmet wird, durch ihn passire, und alle Staubtheilchen zurückgehalten werden; 2. dass seine Befestigung weder schmerzhaft, noch besonders unbequem sei; 3. dass er die Athmung nicht allzusehr behindere.

Die bisherige Construction der Respiratoren lässt noch vieles zu wünschen übrig; die Arbeiter benützen Respiratoren sehr ungern; sie beklagen sich, dass die eingeathmete Luft heiss sei, und dass die Respiratoren das Athmen erschweren, wenn sie zu dicht sind, und nichts nützen, wenn ihre Maschen zu grosse Oeffnungen haben.

Zum Schutze des Arbeiters, wenn er mit Giftstaub oder mit schädlichen Dämpfen erfüllte Räume betreten und daselbst einige Zeit verweilen muss, erscheint der von Roquayrol construirte Apparat sehr geeignet. Derselbe beruht auf der Anwendung comprimirter Luft und besteht im Wesentlichen aus einer auf dem Rücken des Arbeiters zu befestigenden Büchse mit Metallwandungen. Diese Metallbüchse enthält comprimirte Luft, welche ihr mittelst eines Schlauches aus einer Luftpumpe fortwährend zugeführt wird; der obere Theil ist mit einem Regulirapparat für den Luftverbrauch versehen, der durch die Athembewegung selbst in Bewegung gesetzt wird und je nach Bedürfniss der Lungen des Arbeiters die reine, comprimirte Luft durch einen vom Regulator zum Munde gehenden Kautschukschlauch zutheilt. Ein einfacher Nasenklemmer sorgt für hermetischen Verschluss der Nasenlöcher. So befindet sich der Arbeiter vollkommen isolirt und bleibt dem Einflusse der schädlichen Atmosphäre, in der er zu hantiren hat, völlig entzogen.

Ein anderer Präservativ-Apparat, um Orte betreten zu können, deren Atmosphäre irrespirabel ist, ist das Cabirol'sche Tauchergewand, in dem der Arbeiter steckt, während mittelst eines Schlauches atmosphärische Luft zugeführt wird.

Alle Apparate, welche nach Analogie der Taucherhelme construirt sind, erweisen sich als unbequem und können, da sie in der Regel die Athmung bis zu einem gewissen Grade erschweren, vor Allem von keinem Arbeiter, der dabei schwere Arbeit verrichten soll, auf die Dauer ertragen werden.

Die rationellste Maassregel zum Schutze gegen Staubgefährdung in Arbeitsräumen liegt in einer zweckmässigen Ventilation. Auf die Wahl des Ventilationssystems kommt es dabei nur insofern an, als die Localität bei der Anlage berücksichtigt werden muss; je einfacher sie bewerkstelligt wird, um so mehr Vertrauen verdient sie, denn man darf dann hoffen, dass sie nicht bei nächster Gelegenheit bei Seite gesetzt wird.

In Arbeitsräumen, bei denen giftiger Staub in Betracht kommt, ist das Einnehmen der Mahlzeiten, überhaupt das Essen und Trinken strengstens zu verbieten.

Weiter ist darauf zu sehen, dass die Arbeiter sich unmittelbar vor der Mahlzeit die Hände und das Gesicht säubern und zwar nicht blos durch Abwischen mit trockenen Tüchern, sondern durch gründliches Waschen. In Fabriken, deren Arbeiter mit giftigem Staub zu thun haben, sollten Badeeinrichtungen vorhanden sein und die Arbeiter zur häufigen Benützung dieser Bäder angehalten werden.

Arbeiter, die bei ihrer Beschäftigung mit Giftstaub in Berührung kommen, müssen verpflichtet werden, beim Verlassen der Fabrik die Kleider zu wechseln. Es handelt sich hiebei nicht nur um den Schutz des Arbeiters selbst, sondern auch um den seiner Familie.

Auch sollte in Localen und Fabriken, wo mit Gift gearbeitet wird, stets das betreffende Gegengift (für Arsen Eisenoxydhydrat, für Blei unterschwefligsaures Natron etc.) vorhanden sein.

Traumatische Verletzungen.

Mannigfache Gefahren drohen dem Fabriksarbeiter durch den Maschinenbetrieb. Seit Ersatz der Handarbeit durch Maschinenarbeit wurden für den Arbeiter vielfache Erleichterungen geschaffen, indem für ihn die Folgen der fehlerhaften Haltung, Ueberanstrengung, unausgesetzten Bewegung und andere Schädlichkeiten bei der Arbeit aufgehoben wurden; dafür aber trat die Häufigkeit mannigfacher Maschinenverletzungen in den Vordergrund.

Maschinen, welche die meisten Unglücksfälle veranlassen, sind: Zahnräder, Treibriemen, Transmissionen, Cylinder, Rollen, vertieale Bäume, Leitungsstränge, Schwungräder, Sägewerke u. s. w.

Zahnräder verursachen die grösste Zahl von Verletzungen, aber diese Verletzungen sind im Allgemeinen nur von verhältnissmässig geringer Erheblichkeit; sie beschränken sich fast immer auf die ersten Phalangen der Finger, manchmal kommt es auch freilich zum Verlust des ganzen Vorderarms. Zerquetschungen der Finger und der Hand beobachtet man ausserdem noch bei Cylindern, Rollen, Walzen u. dgl.

Den Zahnrädern als Ursachen von Verletzungen stehen mit Bezug auf die Häufigkeit der Beschädigung die Treibriemen und Transmissionen am nächsten. Meist entsteht der Unfall, wenn der Arbeiter den Riemen beim Abspringen vom Rad wieder an Ort und Stelle bringen will, ohne die Maschine vorher zum Stehen zu

bringen. In andern Fällen kommt er dadurch zu Stande, dass der Riemen vorübergehende Arbeiter bei den Haaren oder Kleidern erfasst.

Die grosse Mehrzahl dieser Verletzungen ist Folge der Anhäufung von Maschinen in zu engen Räumen bei ungenügender Passage, Unkenntniss der Gefahr und vor Allem Unvorsichtigkeit.

Zum Schutz gegen die Gefährdung durch Maschinen hat die industrielle Hygiene zahlreiche Maassregeln eingeführt. So können jetzt die meisten der eben besprochenen Apparate: Drehbäume, Transmissionen u. s. w. aus dem Bereiche der Arbeiter entfernt werden. Geräumige, wohleingerichtete Maschinenhallen mit freien Gängen, die eine gefahrlose Communication gestatten, Einhüllung der Maschinen durch Gitter, Geländer, Schutzbretter sind in dieser Beziehung wirksame Schutzmaassregeln. Auch muss der Arbeiter belehrt werden, und wissen, dass er eine Maschine nicht zu putzen versuchen darf, so lange sie noch im Gange ist; er hänge stets die Treibriemen nur mittelst eines Hakens, der an einem langen Stocke befestigt ist, ein und aus. Man fordere, dass die Arbeiter im Maschinenraum stets enge am Leibe, besonders an den oberen Extremitäten anschliessende Kleider ohne Falten und Bäusche tragen. Ordnung, Verständniss, strenge Disciplin bei der Arbeit werden zahllose Unglücksfälle verhüten. Zu fordern ist, dass ein leicht kenntliches, von Allen vernehmbares Signal das Ingangsetzen der Maschine anzeige; in grösseren und ausgedehnten Fabriken sollten Einrichtungen vorhanden sein, die dem Maschinisten gestatten, bei Zeiten zu stoppen auf das geringste Zeichen hin, dass ein Unfall in Aussicht steht oder überhaupt Gefahr droht.

Zum Schutze gegen die Gefahr der Dampfkesselexplosionen hat Oesterreich ein allen hygienischen Anforderungen entsprechendes, äusserst exactes Gesetz erlassen: Jeder Dampfkessel muss einer amtlichen Probe auf das zweifache des Druckes, für den er bestimmt wurde, unterworfen und alljährlich mindestens zweimal revidirt werden. Zur Bedienung eines Dampfkessels dürfen nur verlässliche Personen verwendet werden, die älter als 18 Jahre sind und ein amtlich beglaubigtes Zeugniss über ihre Befähigung besitzen.

Auch die Centrifugalmaschinen verdienen eine grosse Beachtung. Sie können während des Betriebes durch Bruch und Zertrümmerung explosionsähnliche Wirkungen hervorrufen. Dieselben müssen immer tiefer als die Arbeitsräume liegen, weil beim Zerplatzen derselben während des Betriebes die einzelnen Fragmente sich horizontal bewegen und somit den ganzen Arbeitsraum bestreichen können. Auch müssen die Centrifugen stets mit einer Hülle umgeben sein, um das Umschleudern der zerschmetterten Theile unmöglich zu machen, zu welchem Zwecke man sie noch mit Tauen von Hanf, Eisen oder Kupferdraht einwickelt. Auch sollten diese Maschinen nicht von Gusseisen, sondern von dem mehr widerstandssicheren geschlagenen Eisen angefertigt werden.

Ventilatoren bersten ebenfalls häufig. Sie haben eine senkrechte Bewegung, so dass beim Zerspringen die Fragmente in die

Höhe geschleudert werden, weshalb man Ventilatoren nicht in überbauten Räumen, sondern zweckmässig wo möglich im Freien, oder zwischen hohen Mauern aufstellt.

Die Arbeiter ausserhalb der Fabrik.

Es erscheint weiter zweckmässig, ja nothwendig, auch auf die Verhältnisse des Arbeiters ausserhalb der Fabrik Rücksicht zu nehmen und ihm auch in dieser Beziehung Mittel und Wege zu bahnen, durch welche seine sittliche, geistige und körperliche Wohlfahrt gefördert wird. Denn bei der oft nur geringen Entlohnung der Leistungen des Fabriksarbeiters ist er häufig nicht im Stande, die zum gesunden und zufriedenen, wenn auch noch so bescheidenen Dasein nothwendigen Lebensbedürfnisse für sich und seine Familie zu erkaufen, häufig fehlt ihm bei seiner in der Regel geringeren Ausbildung und Fähigkeit die Einsicht über den Werth und die Bedeutung der verschiedenen Subsistenzmittel und über die Kunst, mit Wenigem menschenwürdig und gesundheitsgemäss zu leben. Auch für die Wege, welche den dürftigeren Arbeitern beim Erkranken, Arzt, Arznei, Pflege und Nahrung zugänglich machen, ist zu sorgen, und endlich sollte durch Unterricht, zweckmässige Bildungsmittel, wahrhaft veredelnde, geistige Genüsse, für die sittliche und geistige Vervollkommnung des Arbeiters gesorgt werden. Bildung ist das beste Mittel gegen das Elend. Sie schafft Wohlstand und dieser ermöglicht menschliches, natürliches Leben.

Der Durchbruch dieser hygienischen Grundsätze in den fortschrittlichen Culturstaaten hat in der That viele auf Realisirung derselben abzielende Institutionen zu Tage gefördert. Man hat die Errichtung billiger oder unentgeltlicher Badeanstalten, Schwimm- und Turnschulen für Arbeiter gefördert, für Errichtung passender Arbeiterwohnungen gesorgt, durch Consumvereine, populäre Schriften über Ernährung und Nahrungsmittel, durch Productiv-Associationen (Selbstfabrication der wichtigsten Lebensbedürfnisse) die Lebensweise und wirthschaftliche Lage des Arbeiters besser zu gestalten gesucht und Kranken-, Hilfs-, Sterbecassen und Arbeiterschulen errichtet.

In Bezug auf Arbeiterwohnungen hat das System der getrennten Wohnungen (Cottages) den entschiedensten Vorzug vor dem Kasernensystem. Doch ist in Bezug auf die Bauart der Arbeiterwohnungen auch in England, woselbst in dieser Beziehung das Meiste geleistet wurde, kein bestimmtes, immer gleiches Princip befolgt worden; im Grossen und Ganzen hat man aber mehr kleinere Häuser mit Wohnung für eine oder nur wenige Familien als grosse Kasernenbauten errichtet. Die Einzelnhäuser sind vielerorts in Gruppen gestellt, mit Schulen, Back- und Waschhäusern in ihrer Mitte. Bei allen Arbeiterquartieren aber hat man zu erreichen gesucht, dass jede Familie ihre separate Wohnung erhält mit besonderem Schlafgemach, separater Küche und separatem Abort, dass das ganze Haus gut ventilirbar und mit Wasserleitung bis zum höchsten Stockwerke hinauf versehen sei.

In der Schweiz neigt man sich der Ansieht hin, die Errichtung von Arbeiterhäusern nicht selbst in die Hand zu nehmen, sondern den Arbeitern zu überlassen, ihnen aber die Anlage durch Darleihung von Geld zu niedrigstem Zins oder auf andere Weise zu erleichtern und die rationelle Einrichtung durch Uebermittlung guter Pläne zu empfehlen. Man hält dafür, dass auf diese Weise die Thatkraft, Sparsamkeit und Beharrlichkeit des Arbeiters belebt werde.

Drittes Capitel.

Specielle Gewerbehygiene.

Montanindustrie.

Der Bergbau interessirt die Gewerbehygiene in zweifaeher Beziehung: er kann einerseits für die Bevölkerung ausserhalb der „Baue" naehtheilig werden und andererseits den Bergarbeiter vielfaeh gefährden.

In ersterer Hinsieht kommen in Betraeht: Bodensenkungen dureh unvorsiehtigen Abbau, Versiegen von Brunnen und Quellen durch Anstechen unterirdiseher Wasseradern, Verderbniss der Luft in Folge von aus Bergwerken austretendem Rauch und Staub bei Gewinnung von Fossilien, Verunreinigung des Wassers dureh Ableiten von schädliehen Gruben- und Haldenwässern.

Die dureh Rauch und Staub die Anrainer treffenden Uebelstände lassen sieh dureh entsprechende Anlagen: Rauchsehlote, Abzugseanäle u. s. w. beheben.

Terrainsenkungen über Grubenbauen können Häusereinstürze herbeiführen, scheinen aber einerseits bei umsichtiger faehmännischer Leitung des Bergbaues sehr selten zu sein, andererseits nur allmälig zu Stande zu kommen und sich dabei dureh Risse ete. in den Häusern anzumelden, so dass man sich der Gefahr noch reehtzeitig entziehen kann.

Mangel an Vorsieht bei Sprengungen oder das Abteufen eines Schaehtes an ungeeigneter Stelle hat nicht selten ein Anstechen unterirdiseher Wasseradern zur Folge, wodurch ganze Ortschaften um ihr Wasser kommen können.

Das Gruben- und das Haldenwasser kann häufig zu einer beachtenswerthen sanitären Gefahr werden, wenn es durch Berührung mit Fossilien in der Grube oder dureh Auslaugen der auf der Halde zur Verwitterung ausgebreiteten Mineralien giftige Stoffe, als: Kupfer-, Eisen-, Arsen-, Blei- und Zinkverbindungen u. s. w., aufgenommen hat. Wo es benaehbarte Brunnen oder Nutzwässer gefährden sollte, muss es vor seinem Ablassen von den darin enthaltenen sehädliehen Substanzen auf ehemiseliem Wege befreit werden.

Weit bedeutungsvoller sind die Gefahren, welehe dem Bergarbeiter drohen. Die Förderung einer Million Centner Kohlen

bringt durchschnittlich drei Bergarbeitern gewaltsamen Tod. Von tausend Steinkohlengrubenarbeitern wurden in England während der Jahre 1851 bis 1859 durchschnittlich 4·4 im Jahre bei der Arbeit getödtet; in den preussischen Steinkohlen-Bergwerken in derselben Zeit zwei Arbeiter.

Die Umstände, welche diese ungewöhnlich zahlreichen Todesfälle veranlassen, sind:

1. Die Förderung. Die Wege, welche ein Bergwerk durchziehen, sind entweder mehr oder weniger horizontale oder es sind verticale Gänge. Erstere heissen Stollen, letztere Schachte. Das Ein- und Ausfahren in den verticalen Gängen findet statt:

a) auf Leitern (Fahrten genannt);

b) mittelst Fahrkünsten, d. h. durch Maschinen bewegte, abwechselnd auf- und niedergehende Auftritte, auf denen die Bergarbeiter aus- und eingefördert werden;

c) mit Fahrgefässen, die an einem Eisendrahtseil hängen und deren Auf- und Abbewegung durch Maschinenkraft vermittelt wird.

Die Förderung mittelst Leitern ist für die Arbeiter, welche die gewonnenen Fossilien aus dem Bergwerke herauszufördern haben, und derart belastet die Leitern besteigen müssen, überaus anstrengend, und zwar umsomehr, je tiefer der Schacht ist. Stürzt ein schwindelig oder schwach gewordener Arbeiter von seiner Leiter, so ist er meist unrettbar verloren und reisst oft andere mit. Auch ist diese Förderungsmethode sehr zeitraubend. Mit Recht verlässt man immer mehr diese Methode der Ein- und Ausfahrt.

Auch die Fahrkünste verdienen keine besondere Verbreitung. Sie strengen ebenfalls den Arbeiter an, sind kostspielig und keineswegs gefahrlos.

Dagegen ist die Fahrt mit Fahrgefässen die bequemste. Sie allein schont des Bergmanns Kräfte. Allerdings muss durch häufige Prüfung des Drahtseiles der Gefahr eines Seilbruches vorgebeugt werden. Auch hat man Fangvorrichtungen, welche das Steckenbleiben der Fahrgefässe in ihrer normalen Lage im Schacht bewirken, eingeführt, und die Fahrgefässe mit Dächern versehen, damit das beim Zerreissen herabfallende Seil den Arbeiter nicht verletze. Zu grosse Schnelligkeit beim Auf- und Niederfahren ruft bei dem Fahrenden die Empfindung des Fliegens hervor und sollte verboten sein.

2. Die Luft in den Bergwerken bedingt eine Menge professioneller Krankheiten und plötzlicher Unglücksfälle.

Die Bergwerksluft kann durch die mannigfachsten Agentien: Bodengase, Zersetzungsproducte des verwesenden Holzes (Holz wird in grosser Menge zur Stützung der Stollengänge verwendet), Excremente der Arbeiter, Explosionsgase etc. in hohem Grade verdorben werden.

Die Luft in einem Bergwerke zeigt eine an verschiedenen Stellen und zu verschiedenen Zeiten wechselnde Zusammensetzung.

Wenn der Sauerstoff vermindert ist, spricht man von einem matten Wetter, ist die Kohlensäure vermehrt, von einem schweren Wetter.

In Kohlenbergwerken enthält die Luft Sumpfgas und andere Kohlenwasserstoffe, man nennt dies schlagendes Wetter.

Nebst dieser gasigen Verunreinigung kommt bei der Bergwerksluft weiter in Betracht, dass sie durch die überall nassen Wände der Stollen und Schachte fast fortwährend bis zur Sättigung feucht erhalten wird. Durch die Hauarbeit und durch Sprengungen wird sie überdies staubig und reich an irrespirablen Explosionsgasen.

Mit der Tiefe des Bergwerkes nimmt auch die Temperatur und die Dichtigkeit der Bergwerksluft zu.

Diese abnorme Beschaffenheit der Grubenluft ist es, auf welche hauptsächlich die Häufigkeit der chronischen Bronchialkatarrhe, gewisser Lungenkrankheiten (Anthracosis, Chalicosis), der Anämie und anderer Erkrankungen bei Bergarbeitern zurückgeführt werden muss.

Eine wirksame Abhilfe in dieser Beziehung kann nur von einer zweckmässigen und ausreichenden Ventilation und von der Handhabung der grössten Reinlichkeit erwartet werden.

Das Absetzen der Excremente muss verboten und ein Fasssystem eingeführt werden.

Das einfachste und gebräuchlichste Verfahren der Bergwerksventilation besteht darin, durch ein Herdfeuer die in einem der Schächte enthaltene Luftsäule zu erwärmen und so in Bewegung zu setzen. In vielen Bergwerken geschieht die Ventilation auf mechanischem Wege durch von Maschinen getriebene Ventilatoren.

Schweissdurchnässt verlässt der Bergmann die feuchte Grube, und ist beim Verlassen des Schachtes zur rauhen Jahreszeit jähem Temperaturwechsel ausgesetzt. Es ist deshalb erklärlich, warum die Bergleute so oft von Erkältungskrankheiten: Rheumatiden, Diarrhöen, Lungenentzündungen, albuminösen Nephritiden u. s. w., befallen werden.

Bei allen grösseren Bergwerken ist zu fordern, dass ein gedeckter Gang von der Schachtöffnung zum Zechhause führe und die Bergleute mit wollenen Kleidern versehen sind. Nur auf diese Weise können sie einigermassen vor Verkühlung geschützt werden.

3. Die Beschäftigungsweise der Bergarbeiter ist eine sehr anstrengende. Die Bergleute müssen, in der ungünstigsten Körperstellung zusammengekauert, die Keilhaue führen, Bohrungen und Sprengarbeiten in staubiger Luft verrichten, gewonnene Fossilien auf abschüssigen Flächen, engen und dunklen Bahnen, oft auf allen Vieren kriechend, schleppen u. s. w.

Die Folge dieser Schädlichkeit ist, dass sich bei einer grossen Zahl dieser Arbeiter Deformitäten der Wirbelsäule, des Beckens u. s. w. entwickeln und dass viele Arbeiter zu hinken beginnen.

Besonders leiden die Hauarbeiter häufig an Herzkrankheiten, Hernien, an Verrenkungen des Sprung- und Handwurzelgelenkes, an Verhärtungen der Epidermis am Knie und am Ellenbogen und an serösen und fungösen Gelenksentzündungen.

4. Den in den Gruben beschäftigten Arbeitern drohen Gefahren durch Verschüttungen, Wasserstürze, Ueberschwemmungen, Explosionen entzündlicher Gase, Feuerausbrüche u. s. w.

Von grösster Bedeutung ist das sogenannte „schlagende Wetter". Das schlagende Wetter tritt meist aus den Steinkohlenflötzen (seltener aus Braunkohle) hervor. Es besteht hauptsächlich aus Sumpfgas und entwickelt sich erfahrungsgemäss am ehesten bei einem niedrigen Barometerstand, z. B. unmittelbar vor Gewittern.

Mit 3 bis 4 Volumen atmosphärischer Luft explodirt das Gas nicht, mit 6 Volumen schwach, mit 10 Volumen am heftigsten, mit 14 Volumen ist es noch explosionsfähig, mit mehr brennt es ohne Explosion nur unmittelbar über einer Kerzenflamme.

In einem Gasgemisch aus 1 Theil Sumpfgas mit 15—30 Theilen Luft vergrössert sich die Flamme und erscheint mit einem lichtblauen Scheine umgeben. Dieses Längerwerden der Flamme oder das Explodiren innerhalb der Sicherheitslampe und Auslöschen derselben macht den Arbeiter auf Vorhandensein des schlagenden Wetters aufmerksam. Das explosive Gemenge dieses Gases mit Luft wird nur durch grosse Hitzegrade (weissglühende Kohle), nicht aber durch mässige Hitze, selbst nicht durch rothglühende Körper entzündet; darauf beruht die Davy'sche Sicherheitslampe. Von grösserer Sicherheit sind diese Lampen nur dann, wenn der Arbeiter bei der Einfahrt kein Feuerzeug mitnehmen darf und die Lampe so verschlossen empfängt, dass er sie selbst nicht mehr öffnen kann. Auch wäre es vortheilhaft, statt Glascylinder Glimmercylinder für diese Lampen in Anwendung zu bringen, da letztere minder zerbrechlich sind.

Natürlich gewährt die best construirte Sicherheitslampe keinen absoluten Schutz. Durch einen unglücklichen Zufall kann die Lampe zertrümmert oder ihr Drahtnetz zu heiss werden und die Explosion erfolgt doch. Die Erleuchtung der Bergwerke durch elektrisches Licht wäre nicht nur in dieser Beziehung von überaus grossem Werthe, sie wäre überhaupt ein wünschenswerther Ersatz der stets ungenügend beleuchtenden Grubenlampen; dann wäre es auch leicht möglich, Klüfte, Spalten, Brüchlichkeit der Gesteine, welche mit Loslösung grosser Massen drohen, rechtzeitig zu erkennen und auch andere Gefahren wahrzunehmen.

Ausgehend von der Thatsache, dass Explosionen durch schlagende Wetter mit dem Fallen des Luftdruckes im Zusammenhange stehen, hat man an dem Barometer eine Vorrichtung angebracht, welche beim Tiefstand desselben einen Alarmapparat in Bewegung setzt.

Die Wirkung einer Explosion durch schlagende Wetter ist oft für die ganze Anlage verderblich, welche in Folge der Erschütterung mehr oder minder ausgedehnte Einstürze erleidet. Ganz besonders sind aber hiebei die Bergarbeiter in Gefahr. Die verderbliche Wirkung der Explosion des schlagenden Wetters beruht in Erstickung der Arbeiter, da bei der Verpuffung des schlagenden Wetters mit

Luft, aus letzterer aller oder nahezu aller Sauerstoff verschwindet, indem er zur Oxydation des Sumpfgases in Kohlensäure aufgeht.

Die Verbrennung des Arbeiters während der Explosion macht sich nur auf der Haut geltend und ist eine momentane. Ein Fortbrennen der Kleider wird nicht beobachtet, weil durch den in Folge der Explosion plötzlich eingetretenen Sauerstoffmangel ein Weiterbrennen unmöglich wird.

Sehr häufig werden Unglücksfälle durch Schiessen und Sprengen bei der Bergarbeit veranlasst. Unvorsichtiges Sprengen veranlasst häufig traumatische Blindheit und andere Verletzungen. Das Bohren der Sprenglöcher erzeugt viel Staub und ist oft eine sehr anstrengende Arbeit; zweckmässigerweise wird es jetzt fast überall durch Steinbohrmaschinen bewirkt.

Die hüttenmännische Verarbeitung der Erze zu Metallen.

Die Gewinnung der Metalle aus den verschiedenen Erzen geschieht in mannigfacher Weise und hängt von der chemischen Zusammensetzung des Erzes hauptsächlich ab. Wenn auch die Manipulationen der Verhüttung in jedem speciellen Falle mehr oder weniger variiren, so sind doch zahlreiche Betriebsphasen diesen verschiedenen Industriezweigen gemeinsam, und zwar gerade solche, welche in hygienischer Beziehung wichtig sind.

Namentlich ist es die sogenannte Aufbereitung und die eigentliche Verhüttung, welche das sanitäre Interesse erregen.

a) Die Aufbereitung.

Die Aufbereitung hat den Zweck, die Fossilien für die Verhüttung vorzubereiten und insbesondere das in den Fossilien beigemengte sandartige, erdige Material zu beseitigen.

Meist werden die Erze in Pochwerken zerkleinert und die zerkleinerte Masse entweder nur auf trockenem Wege (trockene Aufbereitung) durch Aussehlagen, Sortiren, Sieben oder durch Auswaschen, Schwemmen mit Wasser (nasse Aufbereitung) in Brauchbares und Unbrauchbares geschieden.

Gewisse Erze werden vor ihrer Aufbereitung an freier Luft längere Zeit liegen gelassen und dabei auch öfters angefeuchtet. Man nennt das „Verrotten". Durch den hiebei sich vollziehenden Verwitterungsprocess entstehen chemische Veränderungen der im Erz enthaltenen Metallverbindungen, namentlich findet die Oxydation der Schwefelverbindungen zu löslichen schwefelsauren Salzen statt.

Bei diesen Aufbereitungsarbeiten erwachsen mancherlei gesundheitliche Gefahren für die Arbeiter und Anrainer.

Bei der trockenen Aufbereitung leiden die Arbeiter viel durch Staub, der namentlich bei verwitterten Erzen häufig giftige Substanzen enthält. Je nach dem einzelnen Falle wählt und ordnet man die verhältnissmässig am leichtesten durchführbaren und ausreichenden Schutzmaassregeln gegen diese Staubgefahr an. (Siehe Seite 582.)

Bei der nassen Aufbereitung und beim Verrotten ergeben sich Abwässer, die theils in Lösung, theils in Suspension metallhaltige, namentlich eisen-, kupfer-, zinkhaltige Verbindungen führen.

Wenn diese Wässer benachbarte Brunnen oder anderes Nutzwasser gefährden könnten, darf ihr freier Abfluss nicht gestattet, sondern es muss die vollständige Reinigung derselben vor ihrem Ablassen gefordert werden. Man wird deshalb in solchen Fällen die Beschaffenheit dieser Abwässer vor und nach ihrer Reinigung analytisch erheben und mit Rücksicht auf das Untersuchungsergebniss leicht begutachten können, ob die zur Reinigung dieser Abwässer in Anwendung kommenden Mittel sufficient sind.

Da die hier in Betracht kommenden Abwässer als vorwiegende Bestandtheile meistentheils gelöste Metallsalze enthalten, so wird sich in vielen Fällen die Anwendung von Kalkmilch für die Reinigung dieser Abwässer eignen, da bekanntlich Kalk nahezu aus allen Lösungen der schweren Metalle die Basen ausscheidet.

Aufbereitungsflüssigkeiten, die keine gelösten, sondern nur suspendirte Metallverbindungen aufweisen, werden am zweckmässigsten durch ein System von Absitzbassins geführt, in welchen sich die festen Theilchen ablagern.

b) Verhüttung.

Mit dem Worte Verhüttung bezeichnet man solche chemische Operationen im Grossen, welche mit der Ausbringung eines Metalles oder einer Verbindung desselben endigen.

Manche Erze, wie z. B. die Eisenerze werden durch eine einzige Operation, nämlich durch den Reductionsprocess im Hochofen, vollständig verhüttet, das heisst zu Metall umgewandelt.

Die meisten anderen, namentlich die schwefelhaltigen Erze müssen aber mehrfachen Operationen behufs ihrer Verhüttung unterzogen werden.

Meist werden die Erze zuerst bei Zutritt von Luft geglüht, wodurch ein Theil oder aller Schwefel verbrannt, die Metalle in Oxyde umgewandelt und viele begleitende Stoffe entfernt werden. Man nennt diese Operation, durch welche die Erze eine Oxydation erfahren, Röstung. Die Röstung der Erze geschieht theils in Haufen auf einer Unterlage von Holz als Brennmaterial, theils in Schacht- und Flammöfen.

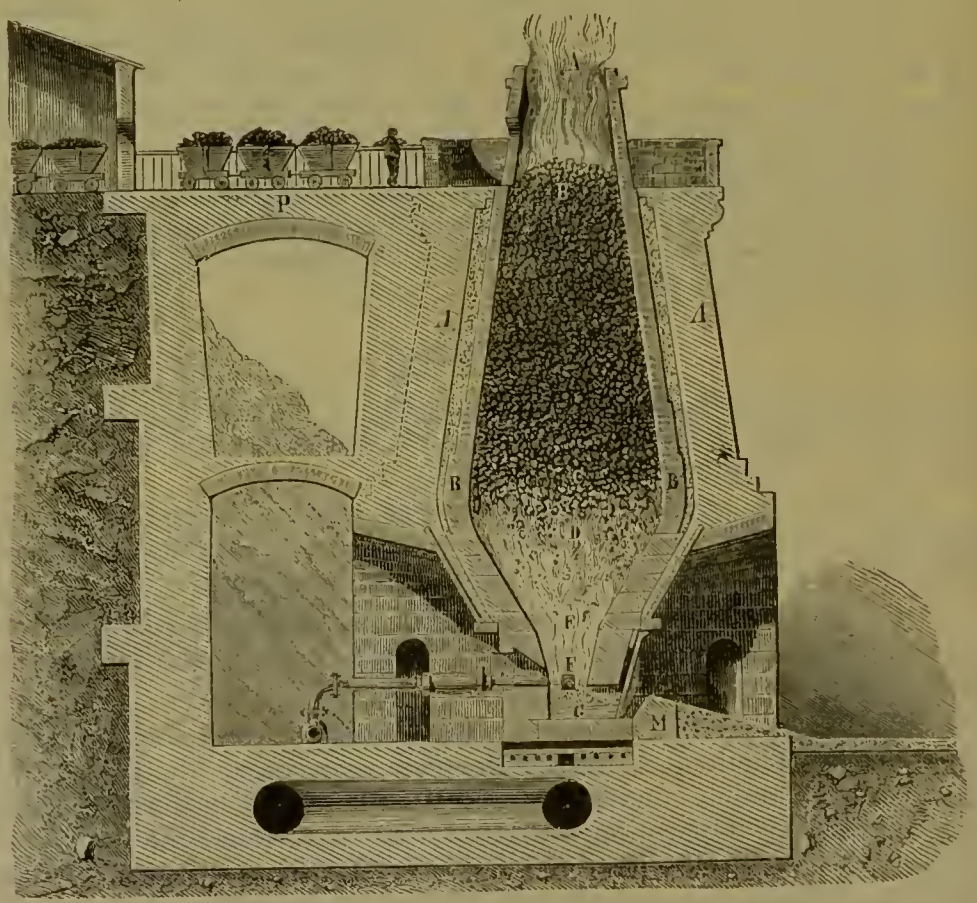
Der Röstung folgt das Erhitzen des gerösteten Erzes unter Zusatz von Kohle und geeigneten, das Schmelzen befördernden Zuschlägen in Hoch- oder Schmelzöfen. Dieser Process ist ein Reductionsprocess, denn das durch die Röstung gebildete Metalloxyd wird nun in Metall übergeführt. Zugleich mit der Reduction findet auch ein Schmelzen oder die Destillation des Metalles (bei Zink, Quecksilber) statt. Ausserdem ergibt sich Schlacke.

Häufig muss das Rösten und Reduciren (bei Kupfer, Nickel, Kobalt) wiederholt werden, weil es nicht gelingt, nur durch einen derartigen Vorgang alle Metalle in reiner Form aus dem Erze zu

gewinnen. Durch wiederholtes Rösten und Schmelzen wird das Product immer metallreicher (Concentrationsschmelzen) und schliesslich gelingt es, reines Metall zu erhalten.

Als Beispiel eines Schachtofens sei ein Hochofen, wie er zur Eisenerzeugung dient, angeführt. Ein solcher Hochofen hat die Gestalt zweier, mit den Grundflächen aneinander gefügter abgestutzter Kegel. Diese Oefen werden ununterbrochen oft mehrere Jahre in Gang erhalten und fortwährend mit abwechselnden Schichten von Holzkohle und Coaks mit dem Erze beschickt. Fig. 162 stellt einen solchen Hochofen im Durchschnitt dar. Die Kohlen in den mit Kalk vermengten

Fig. 162.



Erzen werden oben, an der Gicht *A*, eingeworfen; der Hochofen ist entweder an einem Abhange gebaut, so dass man auf einem Wege zur Gicht gelangen kann oder es führt zu demselben die Gichtbrücke *P*. Die Beschickung sinkt, indem die Kohlen im untern Theil des Ofens verbrennen, allmälig nieder und kommt in den oberen Theil *B D*, dem Schacht, zum Glühen, wobei das Erz durch das durchströmende Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffgas, welches von den weiter unten befindlichen Kohlen herrührt, reducirt wird. Weiter unten, in dem Rost *E*, verengt sich der Ofen wieder und dort herrscht eine grössere Hitze, welche bei *E*, in dem Gestell, den höchsten Grad erreicht, wobei das Eisen sich mit Kohle verbindet und nebst der Schlacke schmilzt.

An diesem Theil wird nämlich bei B mittelst Blasebälge oder anderer Gebläse unter starkem Drucke Luft in den Ofen geleitet, welche eine lebhafte Verbrennung der Kohlen bewirkt. Das flüssige Metall und die Schlacke sammeln sich in *G*, dem Herde, an und die leichte, obenauf schwimmende Schlacke fliesst an dem obern Rand des Herdes fortwährend ab. Das unten befindliche Gusseisen wird alle 12 oder 24 Stunden, so oft der Herd nämlich voll ist, abgelassen und in Formen von Sand aufgefangen, wodurch man es in prismatischen Stücken, Gänze genannt, erhält.

Fig. 163.

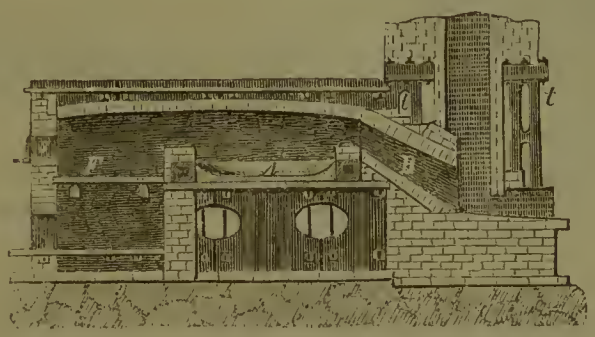
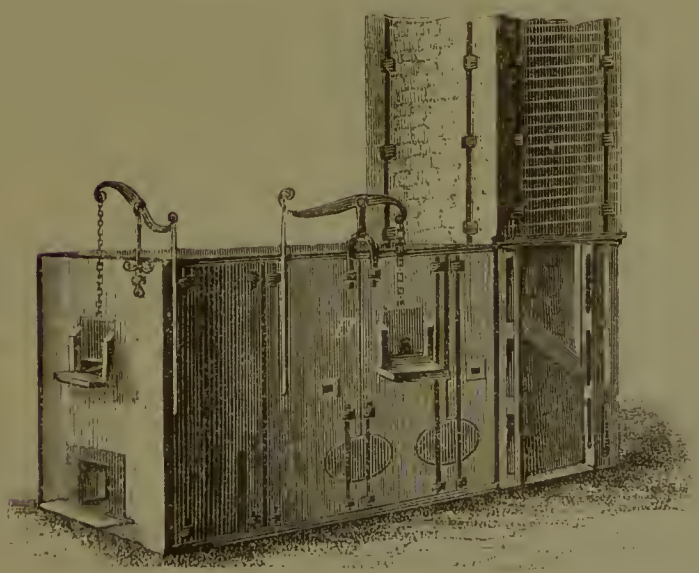


Fig. 164.



Als Beispiel eines Flammofens diene jener, der beim Puddlingsprocess der Eisengewinnung benützt wird (Fig. 163 und 164). Die Flamme des auf dem Rost *F* befindlichen Brennmaterials gelangt über die Brücke auf den Herd *A*, wohin man das Beschickungsmaterial bringt, und entweicht durch den Canal *B* und den Schornstein *C*, der zur Regulirung des Zuges mit einer Klappe versehen ist. *D* ist eine Arbeitsöffnung, die leicht geschlossen werden kann und mittelst welcher das Umkrücken, das Mischen mit Zuschlag u. s. w. geschieht.

Bei der hüttenmännischen Gewinnung von Arsenik findet nur die Röstung und eine nachherige Sublimation oder Raffination des Arsenmehles (arseniger Säure), nicht aber der Reductionsprocess statt.

Man unterscheidet auch eine nasse Verhüttung. Manche Erze liefern durch Verwitterung oder nach ihrer Röstung Producte, die viel lösliche Metallsalze enthalten. Sie werden ausgelaugt und aus den Auslaugewässern durch entsprechende Fällungsmittel das Metall oder eine in Metall leicht überführbare Metallverbindung niedergeschlagen. Die nasse Verhüttung wird zur Nickel- und Kupfergewinnung vielfach benützt.

Die verschiedenen Manipulationen der Verhüttung sind für die Arbeiter und für die Anrainer mit Gesundheitsgefahren verknüpft, die unter gewissen Verhältnissen von ausserordentlich grosser Bedeutung sein können.

Das Aufschütten der aufbereiteten Fossilien, ihr Schlichten und Umkrücken, ihr Mischen mit Zuschlag u. s. w. sind Operationen, die meist mit Entwicklung von (mitunter sehr giftigem) Staub einhergehen.

Das Ausziehen der gerösteten Erze belästigt die Arbeiter durch Dämpfe, die hiebei aus dem Ofen entweichen. Diese Dämpfe enthalten je nach der Natur der Erze neben schwefliger Säure Blei, Zink, Kupfer, Arsen, Antimon u. s. w. Der Erzstaub, heiss und glühend, verbrennt die Haut, und beschädigt die Augen.

Die sanitär bedeutsamste Belästigung bei der Verhüttung ist der Hüttenrauch. Durch den Hüttenrauch leiden nicht nur die Arbeiter, sondern auch die Anrainer, ja er kann selbst der Pflanzenvegetation im hohen Grade verderblich werden.

Mit dem Namen „Hüttenrauch" bezeichnet man gewöhnlich alle jene Dämpfe und Gase, welche bei den verschiedenen metallurgischen Processen entstehen und nicht zur Condensation gelangen, demnach alles das, was bei der Verhüttung von der Feuerstelle mit der Feuerluft abgeht.

In jedem einzelnen Fall ist die Zusammensetzung des Hüttenrauches eine andere. Sie hängt von der Beschaffenheit der Erze und von der Art der Verhüttung und den bei derselben verwendeten Oefen und Vorrichtungen ab. Der beim Rösten der Erze entstehende Hüttenrauch ist meist bedeutsamer, als der bei den späteren Operationen auftretende, denn das Rösten hat zum Zwecke, den in dem Erze vorhandenen Schwefel, das Arsen und flüchtige fremde Metalle als Sauerstoffverbindungen so vollständig als möglich zu entfernen. Beim Rösten der silberhaltigen Kupfererze bildet sich wegen ihres hohen Arsengehaltes sehr viel arsenige Säure. Bei Bleierzen fehlt meistens Arsen, dagegen tritt viel schweflige Säure, sowie Blei- und Zinkdampf auf. Bei Galmai bilden Blei- und Zinkdampf nebst Kohlensäure vorwiegend den Hüttenrauch; bei der Blende sind es Blei- und Zinkdämpfe nebst etwas Arsen und viel schweflige Säure, welche ihn vorwiegend zusammensetzen. Die

Verhüttung der Niekel- und Kobalterze erzeugt einen stark Arsen und sehweflige Säure enthaltenden Hüttenrauch.

Die Beschaffenheit des Rauches kann man in einzelnen Fällen einerseits naeh ehemischen Gesetzen aus der Beschaffenheit der zur Erhitzung kommenden Erze und Zusehläge, dem Grade der Erhitzung, der Einrichtung der Erhitzungsstelle und etwa vorhandenen Rententionsvorrichtungen, andererseits dureh Untersuehung der Rauchabsätze in den Essen und Retentionsvorrichtungen ersehliessen.

Nieht nur der in der Umgebung einer Hütte sieh absetzende und dureh den Wind mehr weniger weit fortgetragene und verbreitete Hüttenraueh, auch die bei der Verhüttung abfallenden, je nach dem Erz, dem Zuschlag und der Verhüttungsmethode verschieden zusammengesetzten Sehlaeken und die aus Ofenbrüehen, Gesehirr- und Gekrätzmassen sich ergebenden Rüekstände einer Hütte enthalten nieht selten an und für sieh lösliche oder durch die fortwährend aus der Hütte in die Luft gelangende schweflige Säure löslieh werdende giftige Metallverbindungen. Zerfallen solehe Schlaeken und Rückstände, so können sie, durch den Wind auf Pflanzen verstaubt, Culturen verniehten, oder, dureh Wasser aufgespült oder gelöst, Trinkwasser, Mensehen und Thiere gefährden.

Aueh die bei der nassen Verhüttung sieh ergebenden Abwässer können dureh ihren Metallgehalt ebenfalls von grosser Bedenklichkeit für fliessendes und Grundwasser sein.

Insoweit die Verhüttung dureh die metallhaltigen flüssigen Abgänge die Wässer und dureh Stauben beim Beschieken der Oefen die Arbeiter gefährdet, müssen dieselben Schutzmaassregeln in Anwendung kommen, welche in dieser Beziehung bei der Aufbereitung bereits aufgezählt wurden. Ausserdem verlangt der gesundheitliehe Standpunkt noch die Herstellnng soleher Anlagen, welche genügenden Sehutz gegen die Beschädigungen dureh Hüttenraueh oder sonstige giftige Abfälle biete. Als solehe sind zu bezeichnen:

a) Zweekmässige Wahl der Lage eines Verhüttungs-Etablissements. Auf eine entspreehende Entfernung der Hütte von Wohnungen, auf die Beziehungen zu Gewässern und Culturen wird man besondere Rücksicht zu nehmen haben.

Wenn die Lage und die übrigen Verhältnisse einer Hütte nieht so günstige sind, dass der Betrieb keinerlei Nachtheile für Naehbarn, Culturen, Gewässer u. s. w. befürehten lässt, sondern, wenn im Gegentheil der Hüttenrauch Anrainer oder benaehbarte Pflanzungen oder Wasserspenden, die zum Hausgebrauch dienen, sehädigen könnte, so müssen, wenn überhaupt diese Anlagen an dem betreffenden Orte geduldet werden können, solche Einriehtungen gefordert werden, dureh welche der Hütteuraueh mögliehst unsehädlich gemaeht wird. Man sueht diesen Zweek zu erreichen mittelst

b) Durchleiten des Hüttenrauehes dureh Sehiehten von Coaks, Bimsstein und dergleichen. Dieses Mittel ist nur dort ausreichend, wo es sich um geringe Mengen eines chemiseh indifferenten Flugstaubes handelt.

c) Durchleiten durch kühlere Kammern oder Canäle. Dies genügt, wenn es sich um Abkühlung verflüchtigter Metallstaubtheilchen oder Metalldämpfe handelt.

d) Durchleiten durch Substanzen, welche schweflige Säure binden. Dieses Verfahren reicht aus, wenn schweflige Säure vorwiegend die Belästigung bedingt.

e) Niederschlagung und Waschung des Hüttenrauches mit einem Wasserregen in Condensationskammern. Zu dem Zwecke lässt man entweder aus einer Spritzvorrichtung feine Wasserstrahlen auf den in hinlänglich langen und zahlreich abgetheilten Condensationskammern abziehenden Hüttenrauch fallen oder man manipulirt in der Weise, dass man dem Rauche Wasserdämpfe beimischt. Diese zwar kostspieligen Mittel sind oft die einzige Abhilfe bei einem Hüttenrauch, der nebst schwefliger Säure noch Metalldämpfe oder Metallstaub in grösserer Menge enthält. Sie entsprechen dann, wenn aus der letzten Retentionskammer die Luft metall-, dampf- und säurefrei entweicht.

Als Beispiel, in welcher Weise die Condensationskammern, in denen der Hüttenrauch unschädlich gemacht werden soll, zur praktischen Anwendung kommen, sei nachfolgend die Einrichtung geschildert, welche zur Gewinnung des Quecksilbers in Idria Anwendung findet. (Fig. 165, 166, 167.) *A* ist ein Röstofen, welcher auf beiden Seiten mit einer Reihe von Verdichtungskammern *CC...D* in Verbindung steht. Das zu röstende Erz schüttet man in groben Stücken auf das durchbrochene Gewölbe *nn'* des Ofens und füllt alle Gewölbeabtheilungen damit voll. Nachdem der Ofen beschickt ist, entzündet man das Brennmaterial auf dem Roste. Man steigert nach und nach die Hitze bis zum Dunkelrothglühen und erhält sie darin 10 bis 12 Stunden. Durch den stattfindenden starken Zug gelangt die zum Rösten des Schwefels erforderliche Luft in den Ofen. Durch die hohe Temperatur entweicht der Zinnober aus dem Erz in Dampfgestalt und verwandelt sich durch die Einwirkung des Sauerstoffes der Luft in schweflige Säure und metallisches Quecksilber. Die Verbrennungsproducte entweichen durch ein Rohr in die massiven, mit Cement überzogenen Verdichtungskammern *CC...* deren Sohle aus festgestampftem Thon in Form zweier gegen einander geneigten Ebenen besteht, von welchen das condensirte Quecksilber in einer Seitenrinne in ein Reservoir aus Porphyr abfliesst. In der letzten Kammer fliesst aus dem Wasserbehälter fortwährend kaltes Wasser ein. Die letzten Spuren von Quecksilber verdichten sich in den Rauchkammern *DD*.

Mitunter wird es nothwendig sein, bezüglich einer unschädlichen Unterbringung oder etwaigen Verwerthung der nicht selten gifthaltigen Schlacken und sonstigen Fabriksabfälle vorbeugende Anordnungen zu treffen.

Die Verhüttung der Eisenerze in Hochöfen hat, vom Feuer und vom Kohlenstaub abgesehen, besondere Wichtigkeit durch die dem Ofen entströmenden Gase, Gichtgase genannt. Sie bestehen hauptsächlich aus Kohlensäure, Kohlenoxyd, Wasserstoff,

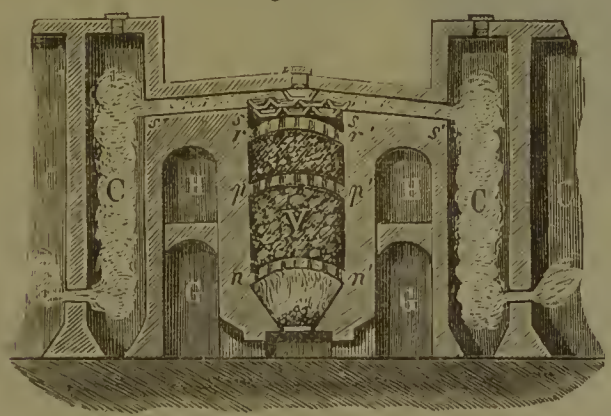
Kohlenwasserstoff und auch aus mancherlei Cyanverbindungen. Ferner fehlt selten Ammoniak und schweflige Säure.

Zum Schutze gegen diese für Anrainer und Arbeiter sehr bedeutsamen Gase ist das Auffangen derselben und deren Verwendung zu mancherlei Zweeken des Hochofenbetriebes, namentlich zum Schmelzen des Eisens in Flammöfen, zum Frischen, Puddeln, zum

Fig. 165.

Fig. 166.

Fig. 167.



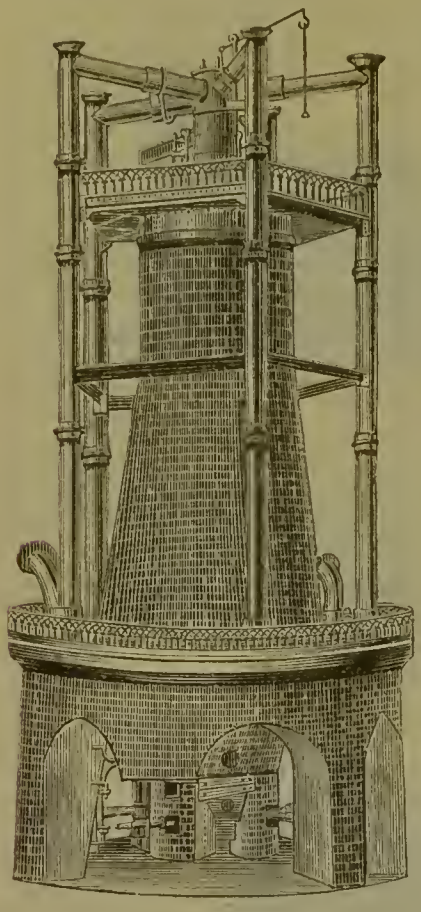
Erwärmen der Gebläseluft, zum Erhitzen der Dampfkessel sehr angezeigt. Eine solche Einriehtung (Fig. 168) erweist sich auch in ökonomischer Hinsicht reeht nützlich, weil die Giehtgase bei ihrem Verbrennen eine grosse Wärmemenge und einen hohen Hitzegrad entwickeln.

Wichtig ist, dass die zu dieser Ansnützung erforderlichen Herstellungen solid ausgeführt sind, und dass nicht dureh etwaige Undiehtigkeiten der Leitungswege Kohlenoxydgas-Vergiftungen der

an der Gicht oder anderwärts beim Hochofenprocess beschäftigten Arbeiter veranlasst werden.

Aehnliche Vorsicht ist bei jeder Art von Schachtöfen anzurathen. Insbesondere ist die Verwendung eines besonderen Füllkastens zu empfehlen, der einen mobilen Boden, d. h. einen Scheibenschieber hat und luftdicht auf den Fülltrichter passt. Der obere Deckel ist mit einem abwärts gerichteten Rande versehen, der in eine Rinne eingreift, welche Sand als Verschlussmittel enthält. Wenn die Erze eingegeben sind, wird der Deckel aufgelegt, der ganze Kasten auf den Fülltrichter aufgesetzt und alsdann der Scheibenschieber geöffnet, wodurch die Entweichung der Schachtofengase nach aussen verhütet wird, so dass die Arbeiter (und auch die Anrainer) beim Beschicken des Ofens mit neuem Rohmaterial vor jeder Belästigung der sonst entweichenden Gichtgase geschützt sind.

Fig. 168.



Viertes Capitel.

Verarbeitung der Rohmetalle zu Schlosser-, Schmiede-, Spenglerwaaren u. s. w.

Die Verarbeitung der Metalle zu den verschiedenen Schlosser-, Schmiede-, Spenglerwaaren, zu Essgeschirren, Galanterie-Gegenständen, mechanischen und wissenschaftlichen Instrumenten hat in Bezug auf die Anrainer nur insofern ein sanitäres Interesse, als hiedurch unter Umständen ein belästigender Lärm entstehen kann.

Dagegen sind einzelne der bei dieser Verarbeitung nothwendigen Manipulationen mit Belästigungen und Gefahren für die Arbeiter verbunden.

Die Schmiedearbeit ist eine schwere, den ganzen Körper stark anstrengende, namentlich einzelne Muskelpartien überaus angreifende. In Folge Ueberanstrengung sind bei Schmieden Muskelzerreissungen (namentlich des Deltoideus des rechten Armes), Zerrungen der Bänder und Gelenkskapseln häufig anzutreffen.

Der Schmied ist jähem Temperaturwechsel ausgesetzt (Gelenksrheumatiden, Herzaffectionen); er leidet an seiner Sehkraft durch den fortwährenden Reiz der grellen, glühenden Flamme (Pupillen-

verengerung mit darauf folgender Mydriasis), durch die strahlende Hitze an übermässigem Schweiss und in Folge dessen an Säfteverlust; unter dem Reize des die Werkstätte anfüllenden Rauches und Staubes entwickeln sich auf der Haut furunculöse und ekzematöse Eruptionen; oft kommt es in Folge mechanischer Verstopfung des Gehörganges und reizender Wirkung des Staubes der Schmiedewerkstätte zur Obturation des Gehörganges und zur Schwerhörigkeit.

Die Arbeiter, die mit dem Glätten der aus den Formen genommenen Gussstücke, dann jene, die mit dem Hobeln, Feilen, Poliren, Drehen und Bohren geformter Metallstücke beschäftigt sind, werden in mehrfacher Hinsicht gefährdet. Gebeugt über die Werkbank bieten sie so die günstigste Haltung zur Resorption des metallischen Staubes, der sich unter der Wirkung des bearbeitenden Instrumentes entwickelt und oft nicht nur mechanisch reizend, sondern geradezu auch giftig ist.

Die Handhabung der verschiedenen Instrumente verursacht nicht selten breite, dicke Schwielen an der Hand; die durch die Arbeit bedingte Körperstellung führt zu verschiedenen Deformitäten und Knochenverkrümmungen, die Manipulationen mit dem Polirstahl und mit anderen Instrumenten setzt das Auge häufigen Verletzungen durch das Abspringen von Metallpartikelchen aus, und die bei manchen Arbeiten nothwendige grosse Genauigkeit, mit der das Auge das bearbeitende Instrument und gewisse Striche und Linien an dem Material beachten muss, schwächt mit der Zeit die Sehkraft.

Zur Verminderung der Erhitzung und Oxydation des Polirstabes und mechanischen Hobels wird derselbe durch selbstthätige Einrichtungen häufig mit einer verdünnten Kalilösung befeuchtet. Bei der Hin- und Herbewegung des Hobels oder Polirstabes entwickeln sich leicht alkalische Dämpfe, die auf die nahe und scharf zusehenden Augen schädlich einwirken und mit der Zeit chronische Reizung der Ciliarränder bedingen.

Betreffs des prophylaktischen Schutzes der Metallarbeiter muss auf die allgemeinen hygienischen Grundsätze hingewiesen werden. Vor Allem müssen die betreffenden Arbeitsräume geräumig und hoch sein; Luftlöcher und Fenster sollten ziemlich weit oben angebracht werden, um die Arbeiter unter dem Luftzuge zu lassen; der im Atelier stets vorhandene Staub sollte durch Aspirationsöffnungen nach dem Boden hingeleitet werden, um durch Abfuhrcanäle in einen gemeinsamen Lockkamin zu gelangen, in welchen auch die Flammen und der Rauch der verschiedenen Herde zu leiten ist. Ueber jedem Herde soll sich ein Mantel befinden, der weit genug ist, um das Mauerwerk, auf dem das Herdfeuer brennt, vollständig zu decken.

Was die individuellen Vorsichtsmaassregeln anbelangt, so sollten die Metallarbeiter verhalten werden, zum Schutze der Augen gegen Metallsplitter Visire oder Brillen aus feinem Draht zu tragen. Arbeiter, deren Augen durch grelles Flammenlicht leidet, sollten sich farbiger Gläser bedienen. Ganz besonders zu

empfehlen sind die von Cohn erfundenen Glimmerbrillen. Sie legen sich mit ihrer Messingfassung genau dem vorderen knöchernen Augenhöhlenrande an, so dass von keiner Seite ein Splitter an den Augapfel gelangen kann und dennoch die Wimpern die Glimmerfläche nicht streifen. Die Gläser sind $^1/_2$ Millimeter dick und aus der reinsten Glimmersorte verfertigt, so dass sie die Sehschärfe nicht beeinträchtigen, wohl aber die Augen der Feuerarbeiter kühl (siehe Seite 238) halten und den grellen Schein der Flammen etwas mildern. Sie können selbst durch starke Gewalt nicht zertrümmert werden, sind viel leichter als Glasbrillen und auch bedeutend billiger.

Das Ueberziehen der Metalle mit Bronze, Gold, Silber, Zink, Email u. s. w.

Nur solche metallische Gegenstände, die eine völlig blanke, oxydfreie, metallreine Fläche haben, lassen sich mit andern Metallen überziehen. Um von der Metallfläche die etwaigen Unreinlichkeiten zu entfernen, werden die Gegenstände zuerst polirt oder wie man auch sagt, gebeizt. Auf die gebeizte Fläche lassen sich dann Bronze, Gold, Silber oder andere Metalle auftragen.

Sowohl das Beizen, als jene Operationen, durch welche der metallische Ueberzug bewirkt wird, sind sanitär bedeutsam.

Das Poliren geschieht durch Eintauchen der Metallgegenstände in Beizen, die meist aus Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Königswasser u. s. w. bestehen. Hiebei entwickelt sich stets eine reichliche Menge saurer, die Augen und die Respirationsorgane reizender Dämpfe von Salz- und Salpetersäure, Chlor u. s. w.

Sollen die gebeizten Gegenstände bronzirt werden, so legt man sie entweder in eine Kupferlösung, die freie Salpetersäure enthält, oder man taucht sie in heisse ammoniakalische Kupferoxydsolution oder in Chlorarsen.

Kupferne Gegenstände werden häufig durch einfaches Eintauchen in Schwefelkaliumlösung oder in Lösungen von Grünspan, Salmiak und Essig, oder durch Auftragen eines Gemenges von Hornraspelspänen, Grünspan, Colcothar und Essig und Erhitzen der Gegenstände über Kohlenfeuer bronzirt.

Zum Bronziren von Gyps- und Holzgegenständen, sowie auch mancher Metallgusswaaren, ferner in der Buch- und Steindruckerei, in der Lackirerei, in der Wachsleinwand- und Tapetenfabrication wird die Bronze durch Ueberziehen mit Bronzefarben nach dem vorherigen Anstreichen mit Firniss hergestellt. Die Bronzefarben werden aus den Abfällen der Metallschlägerei, aus der sogenannten Schawine durch Feinreiben und Erhitzen mit etwas Oel, Talg, Paraffin oder Wachs hergestellt. Bei allen diesen Manipulationen sind die Arbeiter verschiedenen Schädlichkeiten ausgesetzt. Je nach der Art der Verarbeitung handelt es sich hiebei theils um feinen Metallstaub und um sein Eindringen in die Respirations- und Ver-

dauungsorgane (Bronziren mit Schawine), theils um ammoniakalische oder giftige Gase (Bronziren mit ammoniakalischer Kupferlösung oder Chlorarsen), theils auch um stinkende Dämpfe (Bronziren mit Schwefelkaliumlösung, Erhitzen von Hornraspelspänen u. s. w.).

Sanitätspolizeiliche Beachtung verdienen auch die erschöpften Beizen und die verbrauchten Metalllösungen. Für ihre ungefährliche Beseitigung muss vorgesorgt werden.

Das Ueberziehen der Metalle oder anderer Gegenstände mit Gold oder Silber geschieht in verschiedener Weise. Am gebräuchlichsten ist die Versilberung und Vergoldung auf galvanischem Wege und durch Feuer. Diese zwei Methoden sind auch vom gewerbehygienischen Standpunkte die wichtigsten.

Das Versilbern und Vergolden im Feuer geschieht mit Hilfe eines Silberamalgams (oder Goldamalgams) oder eines Gemenges von Silber (oder Gold), Salmiak, Kochsalz und Quecksilberchlorid, das man auf die sorgfältig durch Beizen gereinigte Oberfläche des Metalles aufreibt. Aus dem Ueberzuge wird das Quecksilber durch Ausglühen entfernt.

Die Arbeiter sind demnach durch Einathmen von Quecksilberdampf, durch Bespritzen verschiedener Körperstellen mit der Quecksilbersalzlösung, durch Berührung der Hände mit dem fein vertheilten Quecksilber beim Amalgammachen gefährdet; sie leiden darum so häufig an Quecksilbercachexien.

Durch den Schornstein, in welchen die heissen Quecksilberdämpfe geleitet werden, und in welchem sich das Quecksilber unter Umständen condensirt, kann erfahrungsgemäss Quecksilberdampf bis in Nachbarwohnungen dringen.

Auch ist wiederholt durch freies Ablassen verbrauchter, noch Säure oder Quecksilber in Lösung enthaltender Flüssigkeiten das Grundwasser verdorben worden.

Zum Schutze der bei der Feuervergoldung und Feuerversilberung beschäftigten Arbeiter sind die bereits früher besprochenen Präservativmaassregeln gegen gefährliche Dämpfe anzuordnen.

Zum Schutze der Anrainer wird in der Regel eine zweckmässige Anlage der Schlotte ausreichen, bei einem grossen Betriebe wird aber die Anbringung von Condensations- oder Retentionseinrichtungen gefordert werden müssen.

Auch bei der Vergoldung und Versilberung der Gegenstände auf galvanischem Wege muss die Oberfläche derselben vollkommen gereinigt sein. Es geschieht dies durch Eintauchen in siedende Natronlauge, wodurch das Fett und der Schmutz aus den Vertiefungen entfernt werden. Dann folgt das Beizen mit Säuren.

Zur eigentlichen Vergoldung und Versilberung bedient man sich einer galvanischen Batterie und benützt als Zersetzungsflüssigkeit die löslichen Verbindungen des Cyankaliums mit Gold oder Silber. Die zu vergoldenden oder zu versilbernden Gegenstände werden in die Zersetzungszelle mittelst eines Drahtes eingetaucht, der mit dem positiven Pol der Batterie in Verbindung steht. Ein

zweiter mit der Batterie am negativen Pol verbundener Draht endet in der Zersetzungszelle an einem Platin-, Gold- oder Silberblech. Der Process der galvanischen Versilberung (Vergoldung) dauert nur einige Minuten, weshalb man die Anode nicht einhängt, sondern dieselbe in der Auflösung mit der Hand hin- und herbewegt, damit der Ueberzug gleichmässig ausfalle.

Viele Vergolder machen sich ihre Goldchlorid- oder ihre Silbersalzlösung selbst. Bei der Bereitung derselben entstehen salpetersaure- und chlorhaltige Dämpfe, die unter Umständen für Arbeiter und Anrainer belästigend sein können.

Man kann auch galvanisch verkupfern, sowie Messing, Zink, Zinn, Niekel ablagern.

Der Versilberungs- oder Vergoldungsflüssigkeit wird zur Erzielung eines glänzenden blanken Silberüberzuges häufig Schwefelkohlenstoff oder Jod, auch Chloroform zugesetzt.

Es ist sanitär sehr bedeutsam, dass sich die cyankaliumhaltigen Vergoldungsflüssigkeiten sowohl beim Stehen dieser wässerigen Lösungen an der Luft, als auch durch den elektrischen Strom zersetzen und Blausäure in freier Form entweichen lassen. Ferner entwickelt sich aus diesen Lösungen sehr viel Blausäure, wenn zum Zwecke der Silbergewinnung aus bereits abgeschwächten oder sonst unbrauchbar gewordenen Lösungen Salzsäure als Fällungsmittel angewendet wird.

Das Freiwerden von Blausäure aus den Cyankaliumlösungen beim einfachen Stehen an der Luft ist durch die Kohlensäure der Luft bedingt, da auch die schwächsten Säuren blausaure Salze zu zersetzen vermögen. Je reicher die Luft des Arbeitslocales an Kohlensäure ist, je grössere Oberflächen die Cyanlösungen bieten und je mehr sie bewegt werden, desto reicher entwickeln sie Blausäure.

Die bei der galvanischen Vergoldung beschäftigten Arbeiter sind demnach, wenn nicht für ausreichende Ableitung der Dämpfe durch Ventilation gesorgt ist, nicht blos Blausäuredämpfen, sondern unter Umständen auch der Einwirkung von verflüchtigtem Schwefelkohlenstoff und Chloroformdämpfen ausgesetzt.

Das Fällen abgeschwächter Gold- oder Silberlösungen behufs der Metallgewinnung (Gold oder Silber) durch Salzsäure sollte nur im Freien oder wenigstens unter dem Busen eines Abzugsschlotes geschehen.

Das Wegschütten von Abfällen aus den Beizen und cyankaliumhaltigen Lösungen darf nicht gestattet werden, wenn Brunnen oder andere Nutzwässer verdorben werden können.

Die Verzinnung und Verzinkung der Metalle geschieht meist auf trockenem Wege.

Die zu verzinnenden (oder zu verzinkenden) Flächen werden mit Säuren bei gleichzeitiger Anwendung von Colophonium und Salmiak gebeizt.

Die Verzinnung des Kupfers, Messings und Schmiedeeisens geht leicht vor sich, indem man das zu verzinnende Gefäss fast bis zum Schmelzpunkt des Zinnes erhitzt, Zinn darauf schüttet und das Metall mittelst eines Büschels Werg, der mit etwas Salmiak bestreut worden ist, auf der Oberfläche des Gegenstandes durch Reiben vertheilt. Die verzinnten Gegenstände werden mit Kleie oder Sägespänen abgerieben.

Um Eisenbleche zu verzinnen oder zu verzinken werden die Bleche erst mit sauer gewordenem Kleienwasser und mit Schwefelsäure gebeizt, darauf in schmelzendes Talg und dann in geschmolzenes Zinn oder Zink eingetaucht.

Nachdem die Bleche hinreichend mit Zinn oder Zink überzogen sind, werden sie aus dem Zinn- (oder Zink-)bade entfernt, durch Schlagen mit einer Ruthe oder durch eine Hanfbürste von überflüssigem Zinn befreit und mit Kleie oder Kalkhydrat gereinigt.

Der zu dieser Operation verwendete Talg entwickelt flüchtige Säuren und wegen der bedeutenden Erhitzung auch Acrolein; weiter entsendet das Zinnbad (oder Zinkbad) eine reichliche Menge sich verflüchtigender Metalldämpfe in die Atmosphäre des Arbeitsraumes. Die Folgen der Einathmung solcher Luft sind oft recht schwere, namentlich bei der Verzinkung. Ermüdung sämmtlicher Muskelgruppen, allgemeine Steifigkeit der Glieder, Dispnoe, Beklemmung, Zittern der Extremitäten, Krämpfe, Erbrechen, Koliken, Expectorationen massenhafter, süsslicher Sputa bilden ein bei den Verzinkern oft sich einstellendes Krankheitsbild.

Ausserdem wird der Aufenthalt in derartigen Räumen wegen der hohen Temperatur der daselbst aufgestellten Oefen und Metallbäder lästig und gefährlich. Für eine gute Ventilation ist daher vor Allem Sorge zu tragen.

Wird zum Putzen des verzinnten Eisenbleches vom anhängenden Fett Kalkhydrat verwendet, so ist der dieses Geschäft und das Sieben des Kalkes besorgende Arbeiter dem feinen ätzenden Kalkstaub ausgesetzt.

Der mit Fett gesättigte, unbrauchbar gewordene Kalk wird oft in grossen Haufen aufgeschüttet, und da er wegen seines Fettgehaltes sich nicht anfeuchtet und deshalb nicht leicht Verwendung findet, offen liegen gelassen, so dass er bei Wind verstaubt und die Nachbarschaft belästigt.

Für den gedachten Zweck leistet Kreide dieselben Dienste und wird weniger lästig. Man könnte demnach die Benützung des Kalkes im Interesse der Nachbarschaft gänzlich verbieten.

Unter Emailliren versteht man das Ueberziehen der Gefässe von Metall mit einer leichtflüssigen Glasmasse zum Zwecke der Zierde oder zur besseren Conservirung.

Um das Email zu erzeugen, wird ein Gemenge von Glas, Sand, Soda, Borax, Feldspath und verschiedenen zum Theil auch zur Färbung dienenden Metalloxyden, darunter Bleioxyd, zerstossen,

gesiebt und das hiebei entstandene feine Pulver auf die zu emaillirende Fläche mittelst Leim oder Gummi aufgetragen.

Die Waaren werden dann in Emailofen geglüht; die Emailmasse wird hiebei flüssig und bedeekt nach dem Erkalten als eine dünne Glasschichte die Flächen der Gefässe.

Das Pulvern und Sieben gefährdet den Arbeiter dureh Staub, der, wenn Bleioxyd der Emailmasse zugesetzt wurde, giftig ist.

Die Bearbeitung des Emailpulvers sollte deshalb stets in geschlossenen Apparaten stattfinden.

Die Naehbarn können dureh die Ofenfeuerung und den Emailstaub belästigt und gefährdet werden.

Die sanitäre Bedeutung emaillirter Ess- und Kochgeschirre ist bereits Seite 343 besprochen.

Fünftes Capitel.

Darstellung und Verarbeitung sanitär bedeutsamer Metallpräparate.

Blei.

Unter verschiedenen Verhältnissen und bei zahlreichen Gelegenheiten kommt der Mensch mit Blei in Berührung. Sein Verbraueh in unzähligen Gebieten der Industrie macht es zu einem der verbreitetsten Stoffe, dem wir in den mannigfaltigsten Formen und Verbindungen überall begegnen. Es ist unmöglich all' die Anlässe aufzuzählen, welche Bleivergiftungen zur Folge haben. Jeder Tag bringt neue, und oft treten Bleivergiftungen unter Umständen auf, bei welchen man sie am wenigsten erwartet. So hat man in manchem Filtrirpapier Blei gefunden; die Hadern, aus dem das Papier erzeugt wurde, waren mit Bleifarben gefärbt; Kühe sind dureh Malzkeime vergiftet worden, weil die Malzdarre mit Menninge angestriehen war; Getränke sind dadurch bleihaltig geworden, dass in den Flaschen vom Spülen Schrot zurückgeblieben ist; Wein dadureh, dass unvernünftigerweise Bleizucker zum Klären genommen worden war. Gasröhrenleger haben sich dureh die Menninge der Verkittungsmasse vergiftet; Fleisch ist vom Pökeln in Bleikästen mit Blei infieirt worden; Zucker ist bleihaltig geworden durch Bleiweissanstrieh der Formen, Mehl durch Verwendung geschmolzenen Bleies zum Kitten der Mühlsteine, Branntwein von bleiernen Kühlröhren beim Destilliren.*) Der Oelfirniss der Thür- und Fensteranstriche, die Spiel- und Visitenkarten, die Glasur unserer irdenen Topfgeschirre in der Küche, die Buchdruckerschwärze und Verbrauchsgegenstände aller Art enthalten Blei.

*) Pappenheim l. c. 321.

Ja viele wichtige Industriezweige, wie die Fabrication der englischen Schwefelsäure, des Schrotes, des Glases, des Firniss etc. können ohne Blei nicht existiren. Eben diese grosse Verbreitung und Anwendung macht es aber auch zu einem sehr gefährlichen Object.

Sowohl das metallische Blei, als die meisten Bleiverbindungen wirken auf den Organismus giftig; seine Gefährlichkeit beruht vorzüglich in dem Umstande, dass seine Wirkung nicht sofort auftritt, sondern sich meist erst bemerkbar macht, wenn es schon längere Zeit im Organismus verweilt hat; deshalb werden häufig die Vorsichtsmaassregeln unterlassen, die unter allen Umständen geboten erscheinen, mag das Blei als metallischer Staub, als Sauerstoffverbindung oder als Salz vom Organismus aufgenommen werden.*)

Das bei der hüttenmännischen Bearbeitung gewonnene Blei und die Bleiglätte dienen zur Darstellung von verschiedenen Bleigegenständen und Bleipräparaten.

Als Hüttenproducte sind weder Blei noch Bleiglätte chemisch rein; sie enthalten ausser Spuren anderer Metalle meist noch beträchtliche Mengen von Arsen. Dieser Arsengehalt macht die Verarbeitung des Bleies zu Walzblech, Röhren, Draht, zu Schrot und Buchdruckerlettern insofern gesundheitlich bedeutsam, als bei den hiezu nöthigen Schmelzoperationen arsenige Säure dampfförmig auftritt.

Bei der Schrotbereitung wird dem Blei geradezu eine kleine Menge von Arsen zugesetzt, weil das Blei hiedurch die Eigenschaft erhält, sich leichter körnen zu lassen.

Bekanntlich spült man Wein- und Bierflaschen mit Schrotkörnern aus; die Fälle sind nicht selten, dass zurückgebliebene Schrotkörner die betreffenden Getränke vergiftet haben; man sollte daher bei diesem Verfahren vorsichtiger sein.

Bei der Schrotbereitung, beim Behobeln und Fertigmachen der Buchdrucktypen leiden die Arbeiter durch Bleistaub und ziehen sich bei ungenügender Vorsicht Bleiintoxicationen zu. Auch Personen, die, wie die Schriftsetzer, fortwährend mit Bleigegenständen zu thun haben, sind in derselben Art gefährdet, wenn sie nicht ihre Hände rein halten.

An den Jacquard'schen Webstühlen bestehen die Gegengewichte aus Blei; durch Abreiben wird fortwährend Staub erzeugt, der sich leicht oxydirt, so dass die Weber häufig vergiftet werden.

Die technisch wichtigsten Bleiverbindungen sind: Bleioxyd, Menninge, Bleiweiss, chromsaures und essigsaures Blei.

Das Bleioxyd kommt in der Industrie in zwei Formen vor, als Massicot und als Bleiglätte. Das Massicot ist ein gelbes bis röthliches Pulver, welches durch Erhitzen von kohlensaurem oder salpetersaurem Bleioxyd oder durch Calcination von Blei auf einem Flammherd gewonnen wird. Die Bleiglätte ist geschmolzenes

*) Eulenberg l. c. 701.

krystallinisches Bleioxyd und wird in grosser Menge als Hüttenproduct bei dem Silberverhüttungsprocess gewonnen.

Massicot dient als Malerfarbe. Bleiglätte wird in der Glasfabrication zur Darstellung von Krystallglas, Flintglas und Strass, in der Poterie zur Glasur, in der Porzellanmalerei als Fluss, ferner zur Bereitung von Firnissen, Bleipflaster, Kitt, Menninge und Bleizucker verwendet.

Menninge ist eine Verbindung von Bleioxyd mit Bleisuperoxyd und wird dargestellt, indem man die durch Mahlen, Schlämmen, Trocknen und Beuteln zuvor fein präparirte Glätte unter fortwährendem Umrühren in einem Flammofen bei mässigem Luftzug erhitzt. Menninge von einer vorzüglichen Qualität kann man auch durch Glühen von kohlensaurem Bleioxyd, sowie auch aus Bleirückständen nach vorheriger Calcination oder Oxydation erhalten. Die Menninge dient zur Fabrication des Bleiglases, zu Metallkitt und als Wasser- und Oelfarbe.

Bei der Darstellung von Massicot, der Glätte und der Menninge drohen den Arbeitern und Anrainern mancherlei Gefahren. Diese Fabrication wird meist in roher Weise ohne alle Beachtung der sich verflüchtigenden Bleidämpfe ausgeführt. Der blei- oder arsenhaltige Staub, welcher in der Umgebung sich ablagert und in kurzer Zeit eine Umbildung in Bleisalze erfährt, kann durch Regenwasser gelöst und dann dem Boden und Grundwasser sowie der Vegetation nachtheilig werden.

In ähnlicher Weise schädigt Bleistaub Anrainer und Arbeiter beim Mahlen der Glätte, beim Beuteln der fertigen Menninge und bei der Verpackung der Fabricate. Bei rücksichtsloser Gebahrung sind die Dächer der benachbarten Häuser mit Menninge und Bleioxyd völlig bedeckt und ganz roth gefärbt.

Auch die beim Schlämmen der Glätte sich ergebenden Wasser verdienen sanitätspolizeiliche Beachtung, da sie blei- und arsenhaltig sind. Meist werden sie nach dem Absetzenlassen der verwerthbaren Metalloxyde von neuem verwendet. Jedenfalls muss das einfache Weggiessen bleihaltiger Wässer verhütet werden.

Gegen die Bleidämpfe, die bei der Oxydation im Flammenofen entstehen, sind Absitzkammern mit Vorrichtungen zur Condensation durch Wasser das Beste. — Die Uebelstände beim Mischen und Umkrücken werden für die Arbeiter verringert, wenn der Winderechen mit Rädern versehen ist oder die Fährstange desselben mittelst einer geeigneten Einrichtung an die Dampfmaschine angehängt wird.

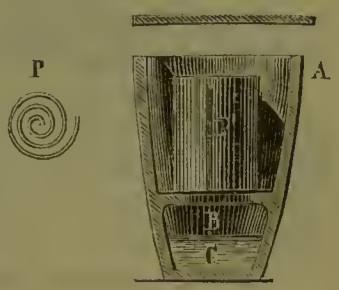
Das Beuteln und Pulvern der Fabricate sollte stets in geschlossenen Apparaten geschehen. Beim Verpacken sollten die Arbeiter mit Respiratoren versehen sein.

Das Bleiweiss des Handels ist entweder im Wesentlichen kohlensaures Bleioxyd mit Bleioxydhydrat oder Chlorblei mit Bleioxyd (Pattison'sches Bleiweiss).

Das Bleiweiss wird in verschiedener Weise fabriksmässig dargestellt, doch stimmen alle Verfahren darin überein, dass basischessigsaures Bleioxyd durch Kohlensäure zersetzt wird.

Das französische Verfahren besteht darin, dass man zuerst in Essigsäure möglichst viel Bleioxyd auflöst und durch Einleiten von Kohlensäure in die Lösung als kohlensäurehaltiges fällt. Die Flüssigkeit hält hiebei nur wenig Bleioxyd zurück und kann daher immer wieder zur Auflösung neuer Mengen von Bleiglätte verwendet werden, die man wieder als kohlensaures Bleioxyd niederschlägt. Selbstverständlich geht jedesmal etwas Essigsäure verloren und ein zeitweiliger Ersatz muss folgen.

Fig. 169.



Das meiste im Handel vorkommende Bleiweiss wird nach dem älteren Verfahren, welches man holländisches nennt, dargestellt. Man rollt 0·12 Meter breite und 0·6—1 Meter lange Bleiplatten spiralförmig zusammen *(P)* und bringt jede dieser Rollen in einen glasirten, irdenen Topf (Fig. 169 *A*), welcher einige Zoll über dem Boden einen Vorsprung *(B)* hat, auf welchem die Bleispirale frei aufliegt. In jeden Topf giesst man Essig, Essigabfälle oder Essig bildende Flüssigkeiten *(C)* und deckt mit einer lose schliessenden Bleiplatte zu. Eine grössere Zahl solcher Töpfe (Fig. 170) werden reihenweise zwischen Pferdemist und gebrauchte Lohe gestellt und damit zugedeckt, doch so, dass die Luft allmälig zutreten kann. Das Blei, in Berührung mit den Dämpfen der Essigsäure und Sauerstoff, oxydirt sich; es entsteht anfangs basischessigsaures Bleioxyd und dieses wird durch die Kohlensäure in kohlensaures Bleioxyd verwandelt. Die freigewordene Essigsäure bedingt die Bildung einer neuen Menge von basischessigsaurem Bleioxyd, welches seinerseits wieder in kohlensaures Bleioxyd verwandelt wird. Der Pferdemist wirkt hiebei dadurch, dass er fortwährend in Folge seiner Fäulniss Kohlensäure liefert und ausserdem die Temperatur etwas erhöht.

Fig. 170.

Die Bleirollen sind nach circa 14 Tagen mehr oder weniger tief zerfressen und mit einer weissen Rinde überzogen, die das Bleiweiss darstellt. Letzteres wird durch Handscheidung oder durch Brechen mittelst cannelirten Walzen von dem noch unzersetzten Blei getrennt und dieses, so wie es ist, oder nach vorherigem Schmelzen und Umgiessen zu neuen Bleiblättern wieder benutzt.

Das aus den Töpfen gewonnene Bleiweiss heisst Schieferweiss und wird durch trockenes Mahlen, Schlämmen, wobei die Schlammwässer so lange als möglich benützt werden, durch Pressen und Trocknen in sogenanntes Kremserweiss, Blanc d'Argent, verwandelt.

Die Bleiweiss-Fabrication belästigt und gefährdet demnach:

a) die Anrainer durch den Gestank der faulenden Mistmassen, durch die sich verflüchtigende Essigsäure, durch die Mist- und Regenwässer, die leicht bleihaltig werden können und durch das freie Ablassen der bei der Schlämmung und Pressung des Schieferweisses resultirenden metallischen Abwässer;

b) die Arbeiter gleichfalls durch die Emanationen des Mistes, durch die sich verflüchtigenden Essigdämpfe, hauptsächlich aber durch die Verstaubung, welche beim Abklopfen und Abkratzen der mit Bleiweiss incrustirten Bleiplatten und beim Mahlen, Trocknen und Packen des fertigen Fabricates entsteht.

Zur Abwehr und Verminderung dieser sehr bedeutsamen Gefahren darf das Brechen der aus den Töpfen genommenen bleiweissumzogenen Platten niemals mittelst Handarbeit, sondern nur mittelst cannelirter Walzen, geschehen, und das ganze Walzensystem soll in einem geschlossenen Kasten stehen.

Jene Arbeiter, welche die bleiweisshaltigen, mit Bleiessig befeuchteten Platten anzufassen haben, sind zu verhalten, sich durch Fetteinreibungen die Hände zu schützen.

Am meisten gefährdet das Pulvern des Bleiweisses die Arbeiter. Selbst wenn diese Manipulation in Kollermühlen geschieht, entwickelt sich massenhaft der giftige Staub. Besser ist ein Walzensystem, das aus Walzenpaaren besteht, die von oben nach unten immer näher an einander gestellt sind, hiedurch jeden beliebigen Grad von Feinheit bewirken und sich in einem hermetisch verschlossenen Kasten befinden.

Sehr vortheilhaft ist es, wenn die Packkammer so situirt ist, dass jeder Transport des pulverisirten oder gesiebten Bleiweisses vermieden werden kann. Beim Packen, überhaupt bei allen Operationen, welche Bleistaub entwickeln, sollten sich die Arbeiter Respiratoren oder angefeuchtete Schwämme vor Mund und Nase anlegen.

Die in vielen Fabriken übliche Umwandlung des fertigen Bleiweisses in Oelteig erspart den Arbeitern das Trocknen nach dem Schlämmen und allen Handwerkern, die Bleiweiss zu gewerblichen Zwecken brauchen, die Nachtheile der Verstaubung beim Zurichten des Bleiweisses.

Selbstverständlich haben auch alle andern gegen Giftstaub wirksamen Schutzmaassregeln, so weit als möglich, zur Anwendung zu kommen, insbesondere sollte der Boden dieser Fabriksräume stets cementirt sein, häufig angefeuchtet und gereinigt werden und Bäder zur Verfügung stehen. Die Arbeiter haben eine eigene Arbeitskleidung zu tragen und sollen über die Gefährlichkeit und die nöthige Vorsicht bei der Arbeit belehrt werden. Es ist ihnen zu verbieten, in den Arbeitssälen zu essen, zu trinken und zu rauchen; sie sind zu verhalten, sich häufig den Mund auszuspülen und die Hände zu waschen. Ausserdem ist eine beständige ärztliche Auf-

sieht geboten, damit der erste Anfang einer Bleivergiftung sofort zur Behandlung kommt und eine regelmässige ärztliche Untersuchung aller Arbeiter stattfinde.

Auch im Interesse der Anrainer liegt es, dass alle staubenden Arbeiten der Bleiweisserzeugung in geschlossenen Gefässen und unter Einhaltung jeder sonstigen Vorsicht vorgenommen werden. Nur dann dürften keine Klagen von Seite der Naehbarn laut werden.

Noch sei erwähnt, dass die beim Schlämmen, Pressen u. s. w. sich ergebenden Abwässer nicht dem Zufall zu überlassen sind, dass sie vielmehr vor ihrem freien Ablassen von allen schädlichen Stoffen vollständig befreit werden müssen. Durch Hineinlegen von Eisen lässt sich alles darin vorfindliche Blei und Kupfer in metallischem Zustande wieder gewinnen.

Verwendet wird das Bleiweiss zum Anstrich, zum Bleichen der Strohhüte, zum Erschweren der echten Spitzen und als Flussmittel beim Krystallglas.

Das Bleiweiss wie auch die Mennige sind als giftige Farben zu bezeichnen. Ihre Bedeutsamkeit als solche hängt wesentlich von der Art ihrer Fixirung ab. Wenn die Farben abstauben oder abbröckeln, oder auf den Spielzeugen der Kinder aufgetragen sind, können sie leicht Unglücksfälle veranlassen. In Firnissen ist ihre Fixirung noch am unschädlichsten, weniger unbedenklich in Leim.

Das Pattinson'sche Bleiweiss wird meist nur in England und zwar durch Kochen von Bleiglanzpulver mit Salzsäure dargestellt, ein Vorgang, der die Arbeiter und Anrainer im höchsten Grade belästigt, da sich massenhaft Schwefelwasserstoff, Chlorarsen und Salzsäure entwickeln.

Bleizucker, essigsaures Blei, wird durch Auflösen von Bleiglätte in Essig und Krystallisirenlassen dargestellt. Glättestaub und Essigdämpfe gefährden bei dieser Fabrication die Arbeiter, bleihaltige Abwässer den Boden. Das Stossen der Bleiglätte sollte stets in geschlossenen Apparaten vorgenommen werden. Die Belästigung durch die Essigdämpfe wird durch eine kräftige Ventilation sehr vermindert.

Aehnliches gilt auch bezüglich der Fabriken, die sich mit der Darstellung des Chromgelb und des Chromorange befassen. Das Chromgelb ist neutrales, das Chromorange basisch chromsaures Blei.

Diese vielfach verwendeten Pigmente werden durch Fällung von essigsaurem Blei mit chromsauren Kali erzeugt. Hiebei ergeben sich Wasch- und Spülwässer, die meistentheils mehr oder weniger Kaliumchromat, seltener gelöste Bleisalze enthalten. Ihr freies Ablassen ist nur in sehr bedeutende Wasserläufe, wo eine grosse Verdünnung stattfindet, zu gestatten; meist wird ihre vorherige Reinigung nöthig sein, denn nicht nur die Bleisalze, auch das Kaliumchromat ist giftig.

Das gewöhnlich im Handel vorkommende Chromgelb ist selten reines chromsaures Blei, sondern enthält mehr oder weniger grössere Mengen löslicher Bleisalze und recht häufig Bleiweiss. Dadurch kann

es giftig werden und sollte deshalb zum Färben von Esswaaren nicht verwendet werden. — Mit Bleichromat gedruckte Stoffe haben den Nachtheil, dass sie leicht entzündlich sind und rasch fortbrennen.

Noch zwei Bleifarben seien erwähnt: Das Kasselergelb (Bleioxyd, Chlorblei) und Neapel-Gelb (antimonsaures Bleioxyd). Beide Farben sind giftig. Bezüglich ihrer fabriksmässigen Darstellung gelten die gleichen sanitären Grundsätze, wie bezüglich der Bleichromatfarben.

Kupfer.

Das Kupfer als Metall wirkt nicht giftig, wohl aber in seinen Verbindungen mit Sauerstoff oder als Kupfersalz. So wirken verschluckte kupferne Münzen oder messingene Knöpfe erst dann giftig, wenn sie nach längerem Verweilen im Darme oxydirt worden sind. Unzweifelhaft kann aber Kupferstaub, in die Lungen gerathend, mechanische Wirkungen durch Penetration des interstitiellen Gewebes erzeugen.

Die Kupfersalze und das Kupferoxyd schädigen den Organismus einestheils durch heftigen örtlichen Reiz, der dadurch hervorgerufen wird, dass sie mit dem Eiweiss der Gewebe chemische Verbindungen eingehen und auf diese Weise die acute Kupfervergiftung hervorbringen; anderntheils dadurch, dass sie durch das Blut aufgenommen werden, sich in einzelnen Organen ablagern und Darmkatarrhe, Störungen des Nervensystems und der allgemeinen Ernährung hervorrufen — chronische Kupfervergiftung.

Von den in der Industrie zur Verwendung kommenden Kupferpräparaten sind der Grünspan und einige Kupferfarben von hervorragendem sanitären Interesse.

Mit dem Namen „Grünspan" bezeichnet man im allgemeinen alle löslichen Kupfersalze mit organischen Säuren. Das neutrale essigsaure Kupfer heisst krystallisirter oder destillirter Grünspan und wird dargestellt, indem man Kupfertafeln mit Weintrebern schichtet, wobei der Alkohol zu Essigsäure oxydirt wird.

Der Staub des Grünspans wirkt auf alle Schleimhäute reizend. Die bei der Grünspanfabrication sich ergebenden Abwässer können durch ihren Kupfergehalt bedeutsam werden.

Der Grünspan wird in der Färberei zum Schwarzfärben und zur Fabrication grüner Arsenfarben verwendet.

Die wichtigsten kupferhaltigen Farben sind: Braunschweigergrün, Bremergrün, Bremerblau, Casselmann's Grün, Mineralgrün, Schweinfurtergrün.

Das Braunschweigergrün ist eine Nachahmung des Berggrüns, welches letztere fein gemahlener Malachit oder der Bodensatz kupferhaltiger Cementwässer ist. Das Bremergrün wird am häufigsten durch Fällung von Kupfervitriollösung mit löslichen kohlensauren Salzen und Zumischen anderer Farben, um die gewünschte Nüancirung zu erhalten, dargestellt. Es ist giftig.

Das Bremerblau und Bremergrün ist wesentlich Kupferoxydhydrat und erscheint in Gestalt einer äusserst lockeren und hellblauen Masse, deren Farbe jedoch etwas ins Grünliche geht. Je reiner blau und je lockerer die Farbe, desto höher steht sie im Preise. Als Wasser- und Leimfarbe gibt es ein helles Blau, mit Oel angewendet, geht dagegen die ursprüngliche blaue Farbe schon nach 24 Stunden in Grün über, welches dadurch entsteht, dass sich das Kupferoxyd mit dem Oel zu grüner Kupferseife verbindet. Auch diese Farbe ist giftig.

Genteles Grün ist zinnsaures Kupferoxyd; es wird durch Fällen von Kupfervitriol mit zinnsaurem Natron dargestellt, ist eine schöne grüne und giftfreie Kupferfarbe, ersetzt vollkommen das Schweinfurtergrün und ist in sanitärer Beziehung mit keiner Gefahr bei der Anwendung verbunden.

Casselmann's Grün ist basisches Kupferoxydsalz, eine sehr schöne grüne Farbe, deren Verwendung jener der arsenhaltigen Kupferfarben vom sanitären Standpunkte jedenfalls vorzuziehen ist.

Die arsenhaltigen Kupferfarben sind nachfolgend beim Arsen abgehandelt.

Die gewerbliche Darstellung der Kupferfarben interessirt die Hygiene insofern, als die Arbeiter in solchen Fabriken der Einwirkung von Kupfersalzlösungen und dem Staube der handelsfertigen Waare (namentlich beim Verpacken) ausgesetzt sind. Meist enthält der Staub das Kupfer von der Beschaffenheit, dass es im Magen zur Lösung gelangt.

Welche Schutzmaassregeln in dieser Beziehung anzuwenden sind, ergibt sich aus den früheren Erörterungen von selbst.

Die verschiedenen bei der Kupferfarbenfabrication sich ergebenden Abwässer erheischen gleichfalls die nöthige sanitätspolizeiliche Beachtung.

Arsen.

Alle in der Industrie verwendeten Arsenpräparate sind in sanitärer Beziehung bedeutsam, da sie sämmtlich unter die Gifte gezählt werden müssen.

Die wichtigsten sind: die arsenige Säure (weisser Arsenik), die Arsensäure, das arsensaure Natron, Arsenbisulfid (Realgar), Arsentrisulfid (Operment) und die arsenhaltigen Farben.

Die arsenige Säure, ist ein Hüttenproduct. Die sanitär bedeutsamen Momente ihrer Darstellung ergeben sich aus dem oben über die Verhüttung Gesagten.

Verwendung findet die arsenige Säure in der Färberei bei der Indigoküpe, zur Entfärbung des Glases, bei der Anilinfabrication, zum Graubeizen des Messings, zum Härten von Eisen, bei der Schrotfabrication, zur Darstellung vieler Arsenpräparate, als Gift zur Vernichtung von Ungeziefer und schädlicher Thiere, als Con-

servirungsmittel beim Ausstopfen der Thierbälge und zur Fabrication arsenhaltiger Kupferfarben.

Die Verpackung der arsenigen Säure, sowie überhaupt aller Arsenikalien, muss wegen des leichten Verstaubens dieser Präparate und ihrer Giftigkeit eine sehr sorgfältige sein; auch ihr Transport bedarf gewisser Regelung. Die diesbezüglichen Vorschriften bestimmen, dass alle Arsenikalien nur dann zum Eisenbahntransport zugelassen werden, wenn sie in doppelten Fässern oder Kisten verpackt sind Die Böden der Fässer müssen mit Einlagereifen und die Deckel der Kisten mit Reifen oder eisernen Bändern gesichert sein. Die Fässer und Kisten sind von starkem, trockenem Holze anzufertigen und inwendig mit Leinwand und ähnlichem dichten Gewebe zu verkleben. Die Holzbestandtheile von solchen Fässern sollen nie zum Heizen von Backöfen benützt werden, da denselben noch grössere oder kleinere Mengen der Giftsubstanzen anhängen können. Ueberhaupt ist auch Vorsicht bezüglich der ihres Inhaltes entleerten Emballage nothwendig. Auslaugen derselben mit Natronlauge entfernt am leichtesten aus ihr einen allfälligen Arsengehalt.

Die Arsensäure wird durch Kochen von arseniger Säure mit Salpetersäure dargestellt oder durch Einleiten von Chlorgas in ein breiartiges Gemenge von arseniger Säure und Wasser. In beiden Fällen müssen die hiebei auftretenden Gase (Chlor, Chlorarsen, Stickoxyd, Untersalpetersäure) durch eine Reihe dieselben vollständig absorbirender Gefässe (Woulffsche Flaschen, beschickt mit entsprechenden Absorptionsflüssigkeiten) eventuell durch Coaksthürme geleitet werden.

Wasserfreie Arsensäure erzeugt auf der Haut Blasen. Sie ist etwas weniger giftig als arsenige Säure und dient hauptsächlich zur Fuchsinbereitung.

Das arsensaure Natron wird jetzt in den Färbereien als Befestigungsmittel der Beizen, insbesondere als Surrogat des Kuhkothes verwendet, und durch Erhitzen von Natronsalpeter mit arseniger Säure oder als Nebenprodnet bei der Darstellung von Anilin aus Nitrobenzol erhalten.

Das Erhitzen muss in völlig geschlossenen Gefässen geschehen, da sich hiebei salpetrige und arsenhaltige Dämpfe entwickeln. Auch dürfen allfällige aus dieser Fabrication entstehende, arsenhaltige Abwässer nicht einfach weggegossen werden.

Arsenhaltige Kupferfarben. Das Schweinfurtergrün, auch Wienergrün, Mitisgrün etc. genannt, ist die schönste und beliebteste, aber auch die gefährlichste aller Mineralfarben. Dieses Grün ist meist eine Verbindung von neutralem essigsauren Kupferoxyd mit arsenigsaurem Kupferoxyd.

Bei der Darstellung werden gleiche Gewichtstheile gepulverter arseniger Säure und neutraler Grünspan, jedes für sich, in Wasser gelöst und die concentrirten Lösungen siedend heiss mit einander gemischt. Es bildet sich sofort ein flockiger olivengrüner Niederschlag von arsenigsaurem Kupferoxyd, während die Flüssigkeit

freie Essigsäure enthält. Der Niederschlag wird stehen gelassen, wodurch er dicht und krystallinisch wird. Zugleich bilden sich in ihm grüne Stellen, welche nach und nach grösser werden, bis nach Verlauf von einigen Stunden er vollständig in eine intensiv grüne, körnig krystallinische Masse übergegangen ist.

Häufig wird dem so erhaltenen Schweinfurtergrün zum Zwecke der Nüancirung Chromgelb, Blanc fix etc. zugemischt.

Beim Pulvern der zu dieser Fabrication verwendeten arsenigen Säure entwickelt sich stets ein für den Arbeiter gefährlicher Staub; die Mörser, in denen das Zerkleinern vorgenommen wird, müssen deshalb unter Verschluss stehen.

Beim Kochen und Vermischen der Arsenik- und Grünspanlösungen findet leicht ein Verspritzen statt, so dass bei den Arbeitern häufig Geschwüre an den Händen und Reizungserscheinungen auf der Haut des Gesichtes und der Schleimhaut der Nase sich einstellen. Die Gefässe, welche zum Kochen dienen, müssen deshalb bedeckt sein und der sich hiebei entwickelnde Dampf muss durch einen Ableitungscanal in den Schornstein geführt werden.

Die Abwässer, welche beim Dekantiren entstehen, sollten möglichst oft wieder benutzt werden. Auf keinen Fall dürfen sie, wenn sie noch arsenhaltig sind, ohneweiters abgelassen werden.

Obwohl gegenwärtig im Handel genug ungefährliche grüne Mineralfarben (Chromgrün, Genteles Grün) vorkommen, welche die gleichen Dienste wie Schweinfurtergrün leisten, so ist dennoch die Fabrication und Verwendung gerade des Schweinfurtergrüns gegenüber den anderen gleichfarbigen Pigmenten die überwiegend vorherrschende. Noch immer wird es zum Tapetendruck, zum Anstrich der verschiedensten Metall-, Holz- und Kautschukwaaren und des Spielzeuges verwendet. Nicht selten werden Papiere, Wachs-, Stearinkerzen, Tragantverzierungen auf Conditoreiwaaren, Flaschenlack, Oblaten und Kleiderstoffe damit gefärbt.

Durch das fertige Schweinfurtergrün, wie überhaupt durch alle Giftfarben, werden zunächst jene Arbeiter gefährdet, welche solche Farben zu verwenden oder zu verarbeiten haben. Die Beschädigung tritt entweder durch Einstauben der Haut mit dem Farbenstaub oder durch Ingestion desselben in Mund, Nase, Lungen statt. Je mehr die Arbeit das Einstauben mit der Farbe begünstigt, je leichter die Haut hiebei verletzt und das Gift dadurch resorbirt werden kann, desto gefährlicher ist sie.

Von besonderem Nachtheil erweist sich das Schweinfurtergrün bei der Fabrication künstlicher Blumen, da die hiebei vorzunehmenden Arbeiten (Bestreuen der Blätter mit Farbe, Ausschlagen der mit Giftfarben bedruckten Blätter u. s. w.) vielfach mit Entwicklung giftigen Staubes verbunden sind. Ausserdem ist zu beachten, dass die Arbeiter bei der Blumenerzeugung fortwährend die Giftstoffe in die Hand nehmen müssen, die Farben dabei abreiben und auf ihre Haut übertragen, wodurch eine rasche Resorption der giftgefärbten Stoffe um so eher erfolgen kann, als sie auch vielfach mit Draht

manipuliren müssen und sich hiedurch häufig Hautverletzungen zuziehen.

Die mit arsengrünen oder überhaupt mit giftigen Farben präparirten Waaren können in verschiedener Art den Käufer gefährden. Kinderspielzeuge schaffen nicht selten durch ihre Farben schwere Gesundheitsbeschädigungen, mancher Farbenkasten wird zur Ursache von Krankheit und Tod der Kinder. Tapeten, Kleider, Vorhänge, Rouleaux, Bettgardinen u. s. w. stauben ihre etwaigen giftigen Farben fortwährend ab und können so mit der Zeit jeden Hausgenossen beschädigen; besonders gefährdet sind aber solche Personen, welche derartige Gegenstände klopfen, reinigen, putzen oder mit giftigen Stoffen gefärbte Zeuge nähen.

Auch können plötzlich grössere Fragmente der Farbenmasse sich abbröckeln, in Speisen gelangen, oder es kann Farbenstaub in Hautfalten sich einlagern und hier Reizwirkungen ausüben.

Weiters ist bekannt, dass in Zimmern mit feuchten Wänden, deren Tapeten Schweinfurtergrün enthalten, sich ein widriger und Kopfschmerzen verursachender Geruch zeigt, der von einer sich entwickelnden flüchtigen Arsenverbindung, vielleicht Arsenwasserstoff, herrührt.

Zur Abwehr gegen die aus Giftfarben entstehenden Gefahren hat die Gesundheitspflege dahin zu wirken, dass das Publicum über die Nachtheile der schädlichen Farben belehrt werde, dass der Staat die Erzeugung und den Verkauf von mit Giftfarben fabricirten Spiel- und Esswaaren und überhaupt solcher Gegenstände, auf denen sie schaden können, gesetzlich verbiete und das Einhalten dieser Vorschriften ausreichend controlire. Weiter hat die Gesundheitspflege alle Bemühungen der Technik zu unterstützen, welche dahin gehen, die giftigen Farben durch Einführung von ebenso leistungsfähigen aber ungiftigen Farben zu ersetzen und zu verdrängen.

Noch sind die beiden Schwefelverbindungen des Arsens zu erwähnen, und zwar Arsenbisulfid (Realgar) und Arsentrisulfid (Operment).

Ersteres findet Verwendung in der Kattundruckerei, beim Tapetendruck, als Malerfarbe, zur Darstellung des Weissfeuers; das letztere in der Färberei zur Reduction und Darstellung des Indigo, sowie zur Bereitung des Rusmas.

Die Darstellung dieser beiden Schwefelverbindungen geschieht meist in den Arsenhütten und bedarf der für diese Etablissements nothwendigen Schutzmaassregeln.

Sowohl das Realgar als das Operment des Handels enthalten stets beträchtliche Mengen arseniger Säure, sind also giftig. Meist kommen sie als glasige Massen vor und müssen vor ihrer weiteren Verwendung gepulvert werden, wodurch giftiger Staub entsteht.

Antimon.

Das Antimon vereinigt sich leicht mit anderen Metallen und ertheilt denselben hiedurch eine gewisse Sprödigkeit. Es wird des-

halb zu mancherlei Legirungen verwendet. Die wichtigsten Antimonlegirungen sind: Britanniametall (Zinn und Antimon), Schriftgiessermetall (Blei und Antimon) und Legirungen aus Blei, Kupfer, Zinn und Antimon zu Zapfenlagern bei Locomotiven.

Ausserdem finden einige Antimonverbindungen technische Anwendung und zwar zum Ueberziehen von Messingwaaren und zum Bruniren der Flintenläufe.

Zum Bruniren (Bräunen) der Gewehrläufe benutzt man Antimonchlorid, welches durch Behandlung von Grauspiessglanzerz (Antimontrisulfid) mit Salzsäure in gläsernen tubulirten Retorten dargestellt wird. Es entwickeln sich hiebei viele Salzsäure- und Antimonchloriddämpfe, welche Mund- und Nasenschleimhaut und auch die Hornhaut der Arbeiter ätzen und bei der geringsten Verletzung der Haut die heftigsten Schmerzen erzeugen. Beim Bearbeiten der Gewehrläufe mit dieser Substanz entwickelt sich auch Antimonwasserstoff (häufig auch Arsenwasserstoff). Darum soll die ganze Arbeit unter gut ziehenden Rauchfängen und nur von solchen Arbeitern ausgeführt werden, die unverletzte Haut haben und Mund und Nase durch nasse Schwämme oder geeignete Respiratoren sich schützen.

Erwähnt sei noch das Weinsaure Antimonoxydkali, welches durch Verpuffen von arsenfreiem Schwefelantimon mit Salpeter und Auslaugen der sich hiebei bildenden Masse dargestellt wird. Sowohl bei der Verpuffung als beim Pulverisiren des Schwefelantimons, Salpeters und des Verpuffungsrückstandes entstehen durch den sich hiebei bildenden Staub leicht furunkulöse Hautleiden. Auch tritt oft Erbrechen ein.

Die Verpuffung soll deshalb unter einem Schlot oder geschlossenen Feuerraum vorgenommen und die beim Pulvern beschäftigten Arbeiter durch Befestigung von Schwämmen vor Mund und Nase oder durch Respiratoren geschützt werden. Antimonhaltige Abwässer müssen vor ihrem freien Ablassen rein gemacht werden.

Quecksilber.

Die bei der Besprechung der Metallurgie im Allgemeinen bezeichneten Gesichtspunkte gelten auch für die hüttenmännische Bearbeitung des Quecksilbers.

Die Industrie verarbeitet Quecksilber als solches, als Metall und erzeugt und verwendet verschiedene Quecksilberverbindungen.

Alle jene Industrien, die sich mit der Verarbeitung und Verwendung des metallischen Quecksilbers befassen, haben eine hohe sanitäre Bedeutung, weil die Einwirkung der Quecksilberdämpfe sowohl für den thierischen Organismus wie auch für die Pflanzenvegetation äusserst nachtheilig wirkt und das Quecksilber bei jeder Temperatur Dämpfe abgibt. Merget behauptet, dass die Verdunstung noch bei 44° C. unter Null stattfinde und schreibt den Dämpfen ein bedeutendes Diffusionsvermögen zu, da man solche vom Boden

bis zur Decke nachweisen könne, wenn Quecksilber bei verhältnissmässig kleiner Oberfläche verdampft.

Das klinische Bild zu schildern, welches die Einwirkung der Quecksilberdämpfe auf den Organismus hervorruft, ist nicht Sache der Hygiene, hervorgehoben sei nur, dass schwere Störungen des Nervensystems und des Digestionstractes hiedurch auftreten, dass kein Zweifel darüber besteht, dass die Dämpfe in das Lungengewebe eindringen, und dass das resorbirte Metall wegen seiner Verbindung mit den Eiweisskörpern lange Zeit im Körper zurückgehalten werde und daher zu wiederholten Recidiven der Mercurialintoxications-Erscheinungen führen kann.

Was die Einwirkung der Quecksilberdämpfe auf die Vegetation anbelangt, so ist zu bemerken, dass sich die Quecksilberdämpfe wegen ihrer specifischen Schwere nicht auf einen grossen Umkreis verbreiten; wo sie aber die Vegetation treffen, ist ihr Einfluss ein sehr verderblicher. In kurzer Zeit bekommen die Blätter der Pflanzen schwarze Flecke, beginnen zu welken und die Pflanze stirbt ab.

Das Quecksilber findet in der Technik Anwendung zur Anfertigung physikalischer Instrumente, zur Darstellung der Secretage für Hutmacher, zur Fabrication des Sublimates, Calomels, Zinnobers, Knallquecksilbers u. s. w., endlich zur Darstellung der verschiedenen Amalgame, die zur Spiegelbelegung und zur Feuervergoldung (siehe Seite 602) dienen.

Letztere Anwendungsweise beruht auf der Eigenschaft des Quecksilbers, die meisten Metalle in sich ohne Veränderung aufzulösen und sie in der Hitze unverändert zurückzulassen.

Die zu Spiegeln bestimmten Glastafeln werden der sorgfältigsten Reinigung unterzogen. Auf einen marmornen Tisch, der aus seiner senkrechten in die schiefe Lage gebracht werden kann und an allen Seiten mit Rinnen und an einer Ecke mit einem Ausgussloche für das abfliessende Quecksilber versehen ist, wird eine Zinnfolie gelegt. Auf das Stanniol wird etwas Quecksilber ausgegossen und verrieben (Anträuken).

Die Zinnfolie wird platt auf die marmorne Platte ausgebreitet, deren äussere Ränder mit Glasstreifen, die mit Wachs aufgeklebt sind, umlegt werden. Hierauf wird so viel Quecksilber auf die Folie gegossen, dass sein Niveau die Glasstreifen gerade überragt. Sodann wird mit besonderer Sorgfalt die Glastafel durch die Quecksilberschicht und über das Stanniol hingeschoben, so dass sich weder Luft noch Unreinlichkeit dazwischen lagern kann. Das Glas wird dann mit Gewichten eine Zeit lang beschwert, und dann wird der Tisch ein wenig geneigt, um das überflüssige Quecksilber ablaufen zu lassen. Ist der Beleg hinreichend fest geworden, so wird das Spiegelglas nach und nach in die verticale Stellung gebracht. Steht es beinahe senkrecht, so wird es mit einer Ecke so auf den mit Papier bedeckten Boden gestellt, dass es mit zusammengehäuften Abfällen von Zinnfolie in Berührung kommt. Hiedurch wird der Abfluss des letzten Restes von Quecksilber bewirkt.

Das bei diesen Manipulationen abgeflossene oder verspritzte und wieder gesammelte Quecksilber, ferner abgekratztes und abgeschnittenes Amalgam, der quecksilberhaltige Kehricht und die quecksilberhaltigen Putztücher, kurz alle Quecksilber enthaltenden Abfälle werden zum Zwecke der Wiedergewinnung von reinem, wieder brauchbarem Quecksilber verschiedenen Processen unterworfen. In vielen Fabriken wird unreines, schmutzig gewordenes Quecksilber einfach nur durch Tücher kolirt und gepresst, wodurch die Arbeiter (namentlich beim Ausklopfen der Seihtücher) schwer geschädigt werden können. Besser ist hiezu der Gebrauch gläserner Scheidetrichter. Die meisten dieser quecksilberhaltigen Substanzen müssen zur Gewinnung des Quecksilbers destillirt werden.

Selbstverständlich muss die Destillation in vollkommen dicht schliessenden Destillationsapparaten vorgenommen werden und dafür vorgesorgt sein, dass alle Dämpfe vollständig condensirt werden. Wie aus der Schilderung der Spiegelfabrication hervorgeht, kommt hiebei hauptsächlich der Quecksilberstaub in Betracht. Durch Verschütten, Verspritzen und durch fortwährende Verdampfung des Quecksilbers sammelt sich derselbe in allen Ritzen, Winkeln und Fugen der Localität, in den Kleidern und Haaren der Arbeiter reichlich an.

Um der Verdampfung des Quecksilbers entgegenzuwirken, soll das Quecksilber stets in wohlverschlossenen Flaschen aufbewahrt, sollen diese Arbeitsstätten stets kühl gehalten werden; um die Staubbildung einzuschränken, sollen alle fremden Arbeiten (z. B. Packen u. s. w.) in anderen, vom Spiegel-Belegungsraum getrennten Localitäten vorgenommen werden. Ueberhaupt ist es nothwendig, jeden Schmutzstaub hintanzuhalten, da dieser zum Weitertransport der Quecksilberdämpfe wesentlich beiträgt. Das Kehren sollte mit Schwefel- oder Zinnasche vorgenommen werden, da hiedurch das Quecksilber gebunden wird.

Sehr wichtig ist es, dass der Boden dieser Räume möglichst fugenfrei ist. Ein macadamisirter oder auf andere Weise vollkommen dichter, undurchlässiger, fugen- und ritzefrei hergestellter Boden ist besonders erforderlich. Man empfiehlt auch das Bestreuen des Bodens mit Schwefel, Chlorkalk und Aufspritzen von Ammoniaklösungen. Da erwiesenermassen die grösste Gefährdung durch die mit Quecksilberdampf imprägnirten Kleider verursacht wird (häufig findet man selbst in Strümpfen und Schuhwerk grössere Quecksilbertropfen), so ist eine zweckmässige Arbeitskleidung, ihre häufige Reinigung (am besten in schwefelleberhaltigem Wasser), und die regelmässige Benützung der Bäder seitens der Arbeiter nöthig. Das Tragen von langen Haaren und Vollbärten ist den Arbeitern zu widerrathen, eventuell zu verbieten, das Essen, Trinken und Rauchen in den Arbeitslocalitäten entschieden zu verweigern. Frauen, Kinder und schwächliche Individuen sind von jeder Beschäftigung mit Quecksilber auszuschliessen. Ausserdem ist eine ständige ärztliche Beaufsichtigung geboten, damit die ersten Anfänge einer Quecksilbervergiftung sofort zur Behandlung kommen, und nur solche

Individuen als Arbeiter Aufnahme finden, bei welchen von ärztlicher Seite keine Bedenken obwalten.

Bezüglich der Verwendung des Quecksilbers bei Herstellung physikalischer Instrumente gelten die gleichen Gesichtspunkte.

Von den Verbindungen des Quecksilbers, welche technische Verwendung finden und sanitär bedeutsam sind, sind die wichtigsten: das Quecksilberchlorid (Sublimat), das Quecksilberchlorür (Calomel), das Quecksilberoxydulnitrat und der künstliche Zinnober.

Das Quecksilberchlorid wird durch Sublimation eines Gemenges von schwefelsaurem Quecksilberoxyd mit Kochsalz oder auf nassem Wege durch Auflösen von Quecksilberoxyd in Salzsäure oder endlich durch Kochen einer Chlormagnesiumlösung mit Quecksilberoxyd dargestellt. Die Sublimation wird in birnförmigen Gefässen, die in einem Sandbade stehen und mit losen Kreidestöpseln versehen sind, vorgenommen.

Da die Sublimatdämpfe auf die Lunge und verletzte Haut sehr schädlich wirken und resorbirt Dissolution des Blutes, blutigen Urin, Speichelfluss, überhaupt schwere Erkrankungen verursachen, so ist für ihre vollständige Abhaltung zu sorgen. Es empfiehlt sich, die ganze Sublimationsvorrichtung in einem pyramidal zulaufenden Kasten von Holz, der in eine Röhre von Holz endigt, einzuschliessen und das Rohr in einen Condensationsapparat treten zu lassen. Mindestens ist ein kräftiger Rauchfang zu fordern, unter dem der ganze Apparat steht.

Dasselbe gilt auch von der Fabrication des Quecksilberchlorürs, das durch Sublimation von Quecksilber und Sublimat dargestellt wird. Das der Sublimation vorangehende Verreiben des Sublimates mit Quecksilber darf nur in geschlossenen Gefässen ausgeführt werden. Das Pulverisiren des sublimirten Calomels geschieht unter Zusatz von Alkohol.

Sublimat und Calomel werden als Arzneimittel verwendet. Das Sublimat findet ausserdem Anwendung zum Conserviren von Holz (Kyanisiren), zur Bereitung von Anilinroth, im Zeugdruck als Reservage, zum Stahlätzen und zur Darstellung anderer Quecksilberpräparate.

Das Quecksilberoxydulnitrat wird durch Auflösen von überschüssigem Quecksilber in Salpetersäure dargestellt. Hiebei entwickeln sich massenhaft Dämpfe von zersetzter Salpetersäure. Für ihre Ableitung oder Condensation muss vorgesorgt sein.

Die Lösung findet Verwendung zum Färben des Horns, zum Aetzen der Metalle, zum Zerstören von Indigo (um Wolle gelb zu färben), in der Hutfabrication zum Beizen der Hasenhaare.

Künstlicher Zinnober (Schwefelquecksilber). Der Zinnober wird aus einem Gemenge von Schwefel und Quecksilber dargestellt, das man in eisernen Gefässen bei mässigem Feuer bis zum Schmelzen erhitzt und dann in irdenen, lose verstopften Gefässen im Sandbade sublimirt. Die sublimirte Masse erscheint cochenilleroth, glänzend, sie gibt beim Zerreiben ein scharlachrothes Pulver, den präparirten Zinnober.

Beim Erhitzen des Gemisches von Quecksilber und Schwefel entwickelt sich eine reichliche Menge schwefliger Säure, zu deren Beseitigung, da die Operation in geschlossenen Gefässen nicht stattfinden kann, es nothwendig ist, den ganzen Apparat unter einem kräftigen Rauchfang aufzustellen, der mit einer vor der Esse gelegenen Absitzkammer zu versehen ist.

Bei der Sublimation tritt Anfangs Schwefelwasserstoff, später entzündbare Schwefeldämpfe und sehr häufig auch Quecksilberdampf sowie arsenige Säure (aus dem Schwefel) auf. Auch hier müssen zur Ableitung dieser Dämpfe und Gase Vorkehrungen getroffen sein.

Künstlicher Zinnober wird auch auf nassem Wege dargestellt, und zwar indem Schwefel mit Quecksilber unter Zusatz von Kalilauge verrieben und das Gemenge im Wasserbade bei 45° erhitzt wird. Nach einigen Stunden nimmt die Masse eine rothe Farbe an. Der mit Wasser gewaschene Zinnober wird noch durch verdünnte Salpetersäure weiter gereinigt.

Bei der Darstellung des Zinnobers auf nassem Wege entwickelt sich reichlich Schwefelwasserstoff, der die Arbeiter sehr belästigen kann, demnach in geeigneter Weise unschädlich gemacht werden muss. Auch ergeben sich hierbei Salpetersäure und salpetersaures Quecksilberoxydul enthaltende Abwässer, aus denen das Quecksilber durch Abrieselnlassen dieser Flüssigkeiten über Zinkspäne leicht abgeschieden werden kann.

Zinnober wird meist als Farbe verwendet. Er ist aber häufig mit Mennige, Eisenoxyd und Chromzinnober gefälscht und solche Präparate sind dann wegen ihrer Beimengungen gefährlich. Käuflicher Zinnober sollte deshalb zum Färben von Esswaaren nicht zugelassen werden.

Da Zinnober beim Erhitzen metallische Quecksilberdämpfe und schweflige Säuren entwickelt, so ist auch seine Verwendung zum Färben von Siegellack, Wachslichtern u. s. w. nicht ganz unbedenklich.

Zink.

Metallisches Zink wird zu Blechen, Drähten und zum Zinkguss verarbeitet. Beim Zinkguss kommen nicht so sehr die Zinkdämpfe als vielmehr (wegen des Arsengehaltes des käuflichen Zinkes) Arsendämpfe in Betracht. Die beim Zinkguss beschäftigten Arbeiter leiden häufig an Verdauungsstörungen und zeigen meist eine ungesunde Gesichtsfarbe. Es ist nothwendig, dass das Schmelzen des Zinkes unter einem gut ziehenden Schornsteine stattfinde.

Die industriell und hygienisch wichtigsten Zinkpräparate sind: Zinkweiss, Chlorzink.

Das Zinkweiss (Zinkoxyd) wird häufig schon auf den Hütten durch einen combinirten Reductions- und Oxydationsprocess dargestellt. Man bringt Zink in Retorten aus Glashafenmasse und

erhitzt sie, bis Zinkdämpfe entweichen, derart, dass sie gleich nach ihrem Austritt aus der Retorte einen bis auf 300° erhitzten Luftstrom treffen, wodureh das Zink verbrannt und in Zinkoxyd umgewandelt wird. Letzteres wird durch den Luftstrom fortgerissen und in Kammern geführt, in welchen es sich allmälig absetzt. Das gesammelte Product wird gemahlen, gesehlämmt, getroeknet und verpaekt.

Soll bei diesen Operationen kein Zinkdampf frei in die Atmosphäre abgehen, so muss die letzte Absitzkammer mit Leinwandbeuteln zum Auffangen des Zinkweisses oder ähnlichen Vorriehtungen versehen sein. Das Pulvern und Sieben sollte in geschlossenen Apparaten geschehen. Die Verpaeker sollten Respiratoren benützen.

Das Zinkweiss dient meist als Ersatzmittel des Bleiweisses. Vor letzterem hat es den Vortheil, dass es durch Sehwefelwasserstoff nicht gesehwärzt wird.

Bei Lackirarbeiten wird es mit Vorliebe verwendet, weil der Anstrieh so hart wird, dass er sieh poliren lässt.

Das Zinkweiss ist ebenfalls als eine giftige Farbe anzusehen. Doch hängt aueh ihre Bedeutsamkeit von der Art ihrer Fixirung ab, wie dies beim Bleiweiss erörtert wurde.

Sowohl das Zinkweiss als das Bleiweiss lässt sich durch das ganz ungiftige Barytweiss, auch Blanc fix genannt, vollkommen ersetzen. Diese Farbe wird durch Schwefelwasserstoff nicht schwarz, sondern bleibt unter allen Umständen schön weiss, weshalb man sie auch Permanentweiss nennt. Wegen dieser vorzügliehen Eigenschaften findet das Barytweiss in der Industrie immer mehr und mehr Eingang. Es kann entweder aus Witherit (natürlich vorkommendes kohlensaures Baryum) oder aus Sehwerspath (natürlich vorkommendes schwefelsaures Baryum) dargestellt werden. Im ersteren Fall wird der Witherit in Salzsäure aufgelöst, im zweiten wird der Schwerspath mit Kohle geglüht und das so erhaltene Schwefelbaryum ebenfalls in Salzsäure (wobei sehr viel Schwefelwasserstoff sich entwickelt) gelöst. In jedem Falle entsteht eine Lösung von Chlorbaryum, welche, mit Schwefelsäure versetzt, einen weissen Niederschlag, der sich rasch absetzt, ausscheidet. Dieser Niederschlag wird durch Waschen mit Wasser von der anhängenden und meehanisch eingeschlossenen Säure befreit und dann bis zur Teigconsistenz getroeknet. Er stellt dann in dieser festweichen Form das Permanentweiss des Handels dar.

Das Chlorzink wird zum Löthen verwendet, wobei salzsaure und Chlorzinkdämpfe, und wenn das Zink arsenhaltig war, auch Arsenwasserstoff auftreten kann; Reizungen der Schleimhäute der Nase und der Augen sind hiebei die häufigsten Folgezustände.

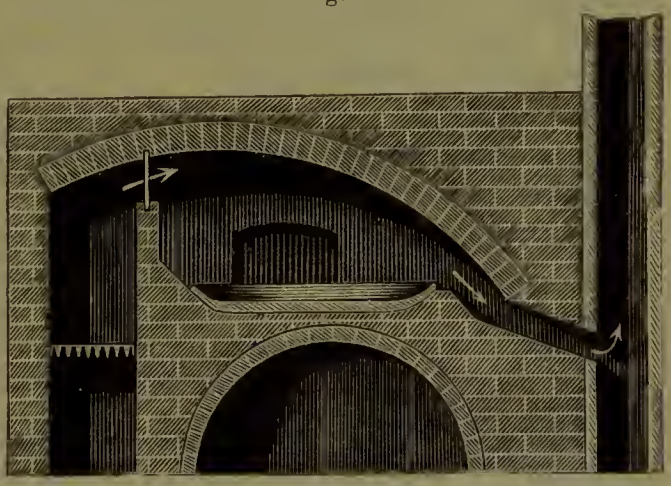
Eisen.

Von den vielen in der Industrie zur Verwendung kommenden Eisenpräparaten sind die cyanhaltigen Eisenverbindungen in hygienischer Beziehung die wichtigsten.

Das gelbe Blutlaugensalz, Ferrocyankalium, stellt man dar, indem man stickstoffhaltige Kohle aus Horn, Blut, Klauen, Wollstaub, Lederabschnitten mit Pottasche und Eisen in eisernen Gefässen glüht. Das Zusammenschmelzen der Rohmaterialien geschieht entweder in geschlossenen eisernen Gefässen (Muffeln, Birnen) oder im offenen Flammenfeuer.

Da die Birnen und Muffeln leicht durchlöchert werden, zieht man gegenwärtig die Flammöfen fast überall vor. Die Flamme geht über eine Feuerbrücke bis zum Schmelzraum, der vor einem etwas tiefer liegenden Fuchs liegt (Fig. 171). Es gelangen demnach die aus den verschiedenartigsten Gasen und Dämpfen, namentlich aus Kohlensäure, Kohlenoxyd, Cyan, Cyansäure, Cyanammonium bestehenden Verbrennungs- und Schmelzproducte in den Schornstein und damit ins Freie, so dass die Anrainer ihrer Einwirkung ausgesetzt sind.

Fig. 171.



Da bisher keine Mittel existiren, um alle diese Verbrennungsproducte unschädlich zu machen, so bleibt nichts Anderes übrig, als Blutlaugensalzfabriken nur auf einem von Wohnungen isolirten Terrain zu dulden.

Die geglühte Masse ist schwarz und wird Schmelze genannt. Durch Auslaugen derselben erhält man die Roh- oder Blutlauge. Aus ihr krystallisirt beim Erkalten Blutlaugensalz heraus, das durch Umkrystallisiren gereinigt wird. Der im Wasser unlösliche Theil der Schmelze enthält Schwefeleisen, Eisenkörner, thierische Kohle und natürliche Kalksalze. Man bezeichnet diese Masse mit dem Namen „Schwärze". Die wässerige Lösung enthält, ausser dem Blutlaugensalz, Cyankalium, cyansaures Kali, Schwefelcyankalium, kohlensaures Kali, Kalihydrat, Schwefelkalium, Chlorkalium, kieselsaures Kali und geringe Mengen von Chlornatrium und Schwefelnatrium.

Aus der Schwärze entwickelt sich beim Lagern in Haufen an der Luft Cyanwasserstoff und Ammoniak. Es ist deshalb zweckmässig, die Schwärze mit Erde und Düngstoffen zu versetzen und sie als Dünger, der von den Landleuten sehr geschätzt wird, zu verwenden. Alle bei der Fabrication sich ergebenden Abfallwässer müssen, sofern sie, wie oben gezeigt wurde, Cyankalium oder giftige Cyanverbindungen enthalten, so beseitigt werden, dass hiedurch keine Gefahr für die Anrainer oder für die Oeffentlichkeit entsteht.

Das meiste Blutlaugensalz wird in der Färberei, ausserdem auch noch zur Fabrication des weissen Schiesspulvers, bei der Stahlbereitung und zur Darstellung verschiedener Cyanpräparate verwendet.

Das rothe Blutlaugensalz (Ferrideyankalium) stellt man dar, indem man durch eine Lösung des gelben Blutlaugensalzes Chlor bis zur Sättigung einleitet. Die Lösung wird dann zur Krystallisation gebracht. Bei Sättigung der Flüssigkeit mit Chlor entsteht stets Chlorcyan, das höchst giftig ist, weshalb die Darstellung des rothen Blutlaugensalzes nur in geschlossenen Bottichen vorgenommen werden soll, aus denen Abzugsröhren das sich bildende Chlorcyan in wirksame Absorptionsmittel (z. B. Eisenvitriollösung) führen. Die Arbeiter haben sich durch mit Alkohol benetzte Respiratoren vor diesen giftigen Dämpfen zu schützen.

Das Ferridcyankalium wird zumeist in der Färberei verwendet.

Beide Blutlaugensalzsorten werden zur Darstellung blauer Farben verwendet, welche unter dem Namen Berliner-, Pariser-, Mineralblau bekannt sind.

Sie entstehen alle durch Präcipitation einer Blutlaugenlösung mit einer Eisenlösung. Im Detail weichen die einzelnen Darstellungsmethoden sehr von einander ab.

Bei Beurtheilung der sanitären Bedeutsamkeit dieser Fabrication muss demnach der Fabriksbetrieb fallweise genau präcisirt werden. Es wird sich dann leicht ergeben, ob bei der Darstellung etwa Blausäure oder andere bedeutsame Dämpfe oder aber ob sich bedenkliche Abwässer ergeben und welche Schutzmaassregeln nöthig sind.

Berlinerblau ist nicht giftig. Ebenso ist das rothe und gelbe Blutlaugensalz an und für sich nicht giftig. Doch werden alle diese Präparate durch Säuren zersetzt und liefern dabei Blausäure. Sie können demnach unter gewissen Umständen giftig werden, so z. B. wenn sie kurz vor oder nach Genuss von starken Säuren genossen werden. Sonnenschein erwähnt einen Fall, der einen Coloristen betraf, bei dem nach Genuss von gelbem Blutlaugensalz und Weinsäure ein rascher Tod unter den Symptomen der Blausäurevergiftung auftrat.

Auch bei der Verwendung des gelben und rothen Blutlaugensalzes in der Färberei entwickeln sich unter manchen Umständen Blausäuredämpfe. So beim Blaufärben der wollenen Tücher. Die Stoffe werden hiebei durch eine angesäuerte Blutlaugenlösung gezogen und dann überhitzten Dämpfen ausgesetzt. Dadurch wird das Blutlaugensalz zersetzt, es bildet sich Ferrocyanwasserstoffsäure, welche auf der Faser Ferrocyanürcyanid als blaues Pigment zurücklässt, während Blausäure frei wird. Es folgt hieraus die Nothwendigkeit einer zweckmässigen Ableitung dieser Dämpfe; Vernachlässigung dieser Maassregel hatte wiederholt zur Folge, dass die bei diesen Manipulationen beschäftigten Arbeiter durch die Einwirkung der sich entwickelnden Blausäure wie todt hinstürzten.

Wichtig ist noch die Verwendung des Blutlaugensalzes zur Erzeugung von Cyankalium.

Cyankalium wird im Grossen durch Schmelzen eines Gemenges von Blutlaugensalz mit Pottasche und Auslaugen der geschmolzenen, erkalteten und gepulverten Masse dargestellt.

Wird Cyankalium mit Wasser behandelt, so bildet sich stets Blausäure, auch seine wässerige Lösung zersetzt sich schon durch blosses Stehen an der Luft.

Bei allen Manipulationen mit cyankaliumhaltigen Stoffen ist deshalb eine gewisse Vorsicht nöthig. Insbesondere sollen alle Gefässe, die solche Substanzen enthalten, stets unter dichtem Verschluss stehen. Die Arbeitsräume sollen gut ventilirt, das Essen, Trinken und Rauchen in denselben verboten sein. Namentlich haben die Arbeiter ihre Hände stets rein zu halten und sich vor Hautverletzungen zu hüten. Wenn Aufmerksamkeit und Reinlichkeit in solchen Fabriken herrscht, so bleiben die Arbeiter stets gesund.

Ausser zur Galvanokaustik wird das Cyankalium angewendet zur Bereitung der Lösungen für die Negativplatten in der Photographie, zum Lustriren der schwarzen Seide, zum Löthen und endlich zu pharmaceutischen und vielen chemisch wissenschaftlichen Zwecken.

Photographen, welche mit den Lösungen von Cyankalium viel zu thun haben, leiden an hartnäckigen und schmerzhaften Geschwüren an den Händen und namentlich an den Ecken der Nägel. Mit Eisenvitriol getränkte Verbände sollen sich in dieser Beziehung nützlich erwiesen haben.

Nickel und Kobalt.

Es existirt kein Kobalt- oder Nickelerz, welches nicht Arsen in chemischer Verbindung oder als Beimengung enthält. Hierauf beruht die sanitäre Bedeutung der ganzen Nickel- und Kobaltindustrie. Nicht nur bei der Darstellung des metallischen Nickels und Kobalts, auch bei Erzeugung der industriell verwendeten Kobalt- und Nickelpräparate tritt stets Arsen auf.

Die Verwendung des Nickels zur Bereitung von Legirungen nimmt von Jahr zu Jahr zu. Während anfangs das Nickel nur zur Darstellung des Neusilbers (eine Legirung aus Nickel, Kupfer und Zink) diente, benützt man es jetzt, mit Kupfer legirt, als Münzmetall, mit Silber oder mit Kupfer und Silber legirt, zu verschiedenen Luxusartikeln. Das Nickel bildet nämlich Legirungen, welche gegen Säuren und atmosphärische Einflüsse in hohem Grade widerstandsfähig sind.

Sehr viele Gegenstände werden gegenwärtig auf galvanischem Wege vernickelt. Als Vernickelungsbad dient eine Lösung von Nickelammoniumsulfat.

Unter den Kobaltpräparaten sind sanitär jene die wichtigsten, welche die Industrie als Kobaltfarben verwendet. Zu ihrer Darstellung

dienen geröstete Kobalterze, welche man Safflor oder Zaffer nennt. Die gebräuchlichsten Kobaltfarben sind: Smalte, Kobaltultramarin, Coeruleum, Rinnemann'sches Grün.

Smalte. Schmilzt man pulverisirten Zaffer mit Kieselerde zusammen, so erhält man ein intensiv blaues Glas, das fein gemahlen die Smalte darstellt.

Das Pulverisiren des Zaffers und sein Vermischen mit den übrigen Materialien veranlasst einen die Augen und die Respirationsorgane reizenden Staub; beim Schmelzen entwickeln sich arsenikssaure und schwefligsaure Dämpfe, die bei rücksichtsloser Gebahrung die Luft der ganzen Umgebung verderben und die Vegetation weithin vernichten können; wenn das Vermahlen des Smalteproductes unter Wasser geschieht, so sind die Abwässer stark arsenhaltig.

Die Smaltewerke sollten deshalb nur in sterilen, von menschlichen Wohnungen entfernten Gegenden zugelassen werden. Das Pulvern des Zaffers sollte stets in geschlossenen Apparaten geschehen, ebenso auch das Sieben.

Die Smalte des Handels ist in Folge des Arsengehaltes des Zaffers immer arsenhaltig. Ihre Verwendung nimmt immer mehr ab, da ihr die anderen blauen Farben erfolgreiche Concurrenz machen.

Das Kobaltultramarin ist eine aus Thonerde und Kobaltoxydul bestehende Farbe, die man durch Fällung eines Gemisches von Lösungen, die Alaun und Kobaltoxydulsalze enthalten, mit kohlensaurem Natron erzeugt.

Diese Farbe wird in der Oel- und Porzellanmalerei häufig benutzt.

Das Coeruleum ist eine neue Farbe für die Oel- und Aquarellmalerei. Sie erscheint im Gegensatz zu den meisten übrigen blauen Farben auch beim Lampenlicht blau (und wird nicht violett). Das Coeruleum ist zinnsaures Kobaltoxydul.

Das Rinnemann'sche Grün entspricht in seiner Zusammensetzung dem Kobaltultramarin, nur ist die Thonerde durch Zinkoxyd ersetzt.

Die drei letzteren Farben lassen sich giftfrei herstellen, wenn man zu ihrer Darstellung arsenfreies Kobalt verwendet.

Aluminium.

Das metallische Aluminium hat bei der Schwierigkeit und Kostspieligkeit seiner bisherigen Darstellungsweise sich noch keine ausgedehnte Verwendung erworben. Bisher wird es nur zur Anfertigung von Denkmünzen und Werthsachen verwendet. Unter den verschiedenen Aluminiumlegirungen zeichnet sich die Aluminiumbronze (Kupfer und Aluminium) durch ihre schöne goldgelbe Farbe und ihre Festigkeit aus.

Von den Aluminiumverbindungen kommen für die Gewerbehygiene hauptsächlich das Ultramarin und der Alaun in Betracht.

Ultramarin. Der kostbare, in Asien findbare Lazurstein dient als Schmuckstein. Die weniger schönen Stücke dieses Minerals wurden ehedem als sogenanntes natürliches Ultramarin in der Malerei verwendet, nachdem man sie pulverte, glühte und schlemmte.

Durch die chemische Analyse des Lazursteines gelangte man zur genauen Kenntniss der Zusammensetzung desselben, und in weiterer Folge zur Darstellung des künstlichen Ultramarins, das dem natürlichen an Güte und Schönheit der Farbe nichts nachgibt.

Man fand, dass der Lazurstein wesentlich aus Kieselerde, Thonerde, Natron sowie Schwefel bestehe, und letzteren theils als Schwefelsäure, theils als Schwefelmetall enthalte.

Durch Erhitzen von Thon mit Schwefel und kohlensaurem Natron wird das künstliche blaue Ultramarin dargestellt. Ein anderes, grün gefärbtes, aus denselben Stoffen dargestelltes, etwas schwefelärmeres Präparat wird grünes Ultramarin genannt.

Bevor die zur Ultramarinfabrication dienenden Materialien in Muffeln gebrannt werden, werden sie gepulvert, geschlemmt und getrocknet.

Das Pulvern erzeugt Staub, beim Brennen entwickelt sich reichlich schweflige Säure. Die Verbrennungs- und Röstungsapparate müssen deshalb mit kräftig ziehenden Essen in Verbindung stehen. Wo trotzdem die schweflige Säure sich schädlich erweisen würde, müssen die Verbrennungsgase durch geeignete Absorptionsmittel, die in den Ableitungscanälen angebracht sind, gereinigt werden.

Da das Ultramarin nach seinem Brennen nochmals gepulvert, geschlemmt und getrocknet wird, so ergeben sich beim Schlemmen Abwässer, die wegen ihres Gehaltes an schwefelsaurem Natron und Schwefelnatrium zu Klagen über Verderbniss von Brunnenwässern häufig Anlass geben, wenn sie einfach zur Versickerung kommen. Es ist empfohlen worden, diese Abwässer zur Darstellung des Blaue fix zu benützen. In hinlänglich grosse Flüsse können sie ohne Bedenken abgelassen werden.

Der Alaun wird in den Fabriken in verschiedener Weise dargestellt:

1. Durch Behandlung von Thon mit concentrirter Schwefelsäure bereitet man zuerst eine Auflösung von schwefelsaurer Thonerde, zersetzt diese mit schwefelsaurem Kali oder Chlorkalium und lässt die Flüssigkeit unter fortwährendem Umrühren erkalten. Der Alaun schlägt sich hiebei in Gestalt kleiner Körner nieder, die man durch Umkrystallisiren reinigt.

2. Der meiste Alaun wird durch Rösten gewisser Thonarten, welche mit Kohle oder Bitumen und mit kleinen Krystallen von Schwefeleisen innig vermengt sind, bereitet. Diese in ausgedehnten Schichten in vielen Gegenden vorkommenden geschichteten Gesteine erhalten den Namen Alaunschiefer. Der Alaunschiefer ist häufig

so leicht zersetzbar, dass man ihn nur an die Luft zu bringen und von Zeit zu Zeit mit Wasser zu befeuchten braucht, um eine freiwillige Oxydation herbeizuführen. Das Schwefeleisen absorbirt Sauerstoff aus der Luft, verwandelt sich in schwefelsaures Eisenoxydul und freie Schwefelsäure, welche letztere in dem Maasse, als sie sich bildet, mit der Alaunerde in dem Schiefer zu schwefelsaurer Alaunerde sich vereinigt. Die geröstete Masse wird mit Wasser ausgelaugt, die Lösung durch Erhitzen concentrirt, wobei ein grosser Theil des Eisenvitriols durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft als basisch saures Eisenoxyd niederfällt. Beim Erkalten der concentrirten Lösung krystallisirt gewöhnlich Eisenvitriol aus. Die Mutterlauge gibt, mit schwefelsaurem Kali oder Chlorkalium versetzt, Krystalle von Kalialaun.

3. Aus Kryolith wird Alaun in Kopenhagen und Hamburg,

4. aus Banxit in Frankreich, und

5. aus Alaunstein oder Alunit bei Rom und in Ungarn gewonnen.

Die Alaundarstellung aus dem Alaunschiefer ist die sanitär bedeutsamste, da sie am häufigsten und in grossartigem Maassstabe betrieben wird, und mit sehr bedeutenden Belästigungen verknüpft ist.

Bei der Röstung entstehen eine Menge gas- und dampfförmiger Emanationen, die hauptsächlich aus schwefliger Säure und aus den Verbrennungsproducten der organischen Substanzen des Thonschiefers bestehen, sich in der Umgebung weithin verbreiten und so für die benachbarten Ortschaften eine Quelle höchst unangenehmer Einwirkungen werden. An ein Zurückhalten dieser Stoffe kann bei der Grösse dieser Rösthaufen nicht gedacht werden, und es wird demnach dieser Betrieb nur dort gestattet werden können, wo durch die Besonderheit der örtlichen Verhältnisse eine Beschädigung der Anrainer und der Vegetation nicht stattfinden kann.

Sechstes Capitel.

Die Thon- und Glasindustrie, die Kalkbrennerei und Cementfabrication.

Thonindustrie.

Die verschiedenen Thonarten bestehen wesentlich aus wasserhaltiger, kieselsaurer Thonerde und einer gewissen Menge von kieselsaurem Kali. Diese Körper sind offenbar Verwitterungsproducte der Urgebirge, namentlich des Granits, wobei das darin enthaltene kieselsaure Alkali durch Wasser gelöst und entfernt wurde, so dass die kieselsaure Thonerde in mehr oder weniger reinem Zustande zurückblieb.

Der am Orte seiner Entstehung lagernde Thon gibt, mit Wasser angerührt, nur eine sehr wenig plastische Masse; man nennt diese Thonart Caolin oder Porzellanerde. Wenn diese Thonart durch Ueberschwemmungen fortgerissen und wieder abgelagert wurde, so entstand der Thon, welcher mit Wasser die bekannte knetbare Masse bildet.*)

Die gewöhnlichen Thonarten kommen häufig mit wechselnden Mengen von Quarzsand, Eisenoxyd, kohlensaurem Kalk vermischt vor, wodurch ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften bedeutend verändert erscheinen. Namentlich ist der gewöhnliche Töpferthon im Gegensatze zum Porzellanthon mehr oder weniger gefärbt und schmelzbar. Je nach der Quantität und Qualität seiner Beimengungen schmilzt er bei höheren oder niedrigeren Temperaturen zu einer dunkelgefärbten, schlackenähnlichen Masse.

Der mit Wasser angerührte und geformte Thon verliert in der Wärme, ohne seine Gestalt im Ganzen zu ändern, das Wasser, zieht sich zusammen und bleibt porös, so dass er Wasser durchsickern lässt. Er muss daher zur Darstellung von Gefässen mit einem in der Hitze schmelzbaren Glase (Glasur) überzogen werden, wodurch er für Flüssigkeiten undurchdringlich wird.

Diese Glasur besteht bei Porzellan aus geschmolzenem Feldspath oder aus Kieselerde und Thonerde und bei gewöhnlichen Töpferwaaren aus einem Bleisilicat.

Viele Thonarten können oder müssen porös bleiben (Ziegel), diese werden selbstvertändlich nicht glasirt.

Ziegelfabrication.

Zur Ziegelfabrication wird gewöhnlicher Thon von nach der Oertlichkeit sehr verschiedener Qualität benützt. Nach dem Ausgraben wird er längere Zeit der Luft und wenn möglich dem Froste ausgesetzt, wodurch er gelockert wird. Häufig wird er weiter noch eingesumpft und durchtreten. Auch hiedurch wird er weicher, plastischer und zugleich werden harte und fremde Körper entfernt. Dann wird der Thon mittelst Menschen- oder Maschinenarbeit in Formen gestrichen. Das Brennen geschieht entweder in Feldöfen (Meilern), wobei immer eine Schichte der zu brennenden Steine abwechselnd mit einer Schichte Kohle oder Holz eingelagert wird, oder in Ziegelöfen von sehr verschiedener Construction. (Oekonomisch besonders vortheilhaft sind die continuirlichen, ringförmigen Ziegelöfen.)

Die sanitären Verhältnisse bei Ziegeleien sind besonders dann recht ungünstige, wenn der Betrieb nur auf Handarbeit beschränkt ist.

Namentlich erweist sich die Arbeit des Thontretens als sehr nachtheilig. Im kalten feuchten Thon stecken des Arbeiters Füsse, während der übrige Körper in Folge der mit dieser Arbeit ver-

*) Wagner l. c. 344.

bundenen grossen Anstrengung sich erhitzt und in Schweiss kommt. Erkältungskrankheiten aller Art und Erschöpfung der Kräfte sind davon die Folge.

Die Ziegelöfen können weiter auch für die Nachbarschaft recht unangenehm werden, da ihre Verbrennungsgase mitunter einen widerlichen Geruch annehmen und sehr belästigend werden können. Als Verbrennungsproducte der Ziegelmeiler und Ziegelöfen sind gefunden worden: Schweflige Säure, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Sumpfgas, verschiedene andere Kohlenwasserstoffe, Ammoniak, Salzsäuredämpfe. Diese Stoffe bilden sich theils aus dem im Thon feinvertheilten Schwefelkies und anderen Thonbestandtheilen, theils aus dem Brennmaterial.

Die Gesundheitspflege hat bezüglich der Ziegeleien dahin zu wirken, dass die anstrengende und gefährliche Handarbeit möglichst durch Maschinenarbeit ersetzt werde, und dass alle grösseren Ziegeleien stets mit den bewährtesten Einrichtungen arbeiten und sich nur in entsprechender Entfernung von Wohnungen etabliren.

Topfwaarenerzeugung.

Die gewöhnlichen Töpferwaaren werden in ähnlicher Weise hergestellt, wie die Ziegel, nur werden sie glasirt, wenn sie als Geschirre, Gefässe u. s. w. dienen sollen.

Die dem Glasiren vorangehenden Vorarbeiten haben hier die gleiche Bedeutung, wie die Verarbeitung des Thons zu Ziegeln. Doch muss erwähnt werden, dass es in manchen Fällen nothwendig ist, die geformten Thonwaaren an der Luft zu trocknen. Dieses Trocknen sollte stets nur in besonderen, abgelegenen Trockenräumen vorgenommen werden, nie aber in Wohnhäusern selbst geschehen, da hiebei ein höchst unangenehmer Lehmgeruch und im Sommer viel Staub sich entwickelt.

Weiter ist die Glasur des Thongeschirres von hygienischem Interesse.

Das nahezu ausschliessliche Material zum Glasiren der ordinären Töpferwaaren ist der Bleiglanz. Er muss sehr fein gemahlen und entweder in gepulvertem Zustande durch Bestäuben oder, zu einer Glasurbrühe angerührt, durch Begiessen auf das geformte Geschirr aufgetragen werden. Beim darauffolgenden Brennen des Geschirres entweicht aus der Glasurmasse schweflige Säure, es bildet sich Bleioxyd und dieses geht mit der Kiesel- und Thonerde ein Bleialuminiumsilicat ein, welches das Geschirr wie eine Glasschichte überzieht und undurchdringlich für Flüssigkeiten macht. Da das zu dieser Sorte von Geschirren gebräuchliche Thonmaterial eine grosse Hitze nicht verträgt, indem es, wie oben bemerkt wurde, verhältnissmässig leicht schmilzt, so lässt sich eben zur Herstellung der Glasur nur ein leicht schmelzbarer Körper, wie der Bleiglanz, verwenden, was in gesundheitlicher Beziehung zu bedauern ist, weil nur bei sorgfältigster Darstellungsweise und nur unter den günstigsten Verhältnissen das Bleisilicat so ausfällt, dass es in den im

täglichen Leben vorkommenden Säuren unlöslich ist. Meist gibt es, wie bei den Essgeschirren (Seite 341) erwähnt wurde, beim Kochen mit Säuren Blei ab und kann so die Speisen und Getränke vergiften.

Steinzeugfabrication.

Das gemeine Steinzeug gehört zu jenen Thongeschirren, die ebenfalls an ihrer Oberfläche mit einer verglasten Masse überzogen sind, doch wird diese Verglasung weder durch eine Glasur bildende Substanz, wie bei den ordinären Töpfergeschirren, noch durch ein Flussmittel, wie beim Porzellan, sondern durch eine stärkere Einwirkung des Feuers auf die nicht vollständig feuerbeständige, sondern schmelzende Thonmasse bewirkt. Bei manchen Steingutwaaren wird jedoch, um der Waare ein besseres Aussehen zu geben, eine Glasur hergestellt, wobei das Glasiren durch Verflüchtigung vorgenommen wird.

Es wird nämlich gegen Ende des Brennens in den Ofen durch hiezu bestimmte Oeffnungen Kochsalz geworfen. Dieses wird in Folge der Erhitzung in Salzsäure und Natrium zersetzt und letzteres verbindet sich mit der Kieselerde auf der Oberfläche der Steinzeugwaaren zu kieselsaurem Thonerdenatrium, einer gänzlich ungefährlichen Glasur. Dagegen kann die bei diesem Proeesse entstehende und sich bei ungenügend geschlossenem Ofen zuerst im Fabriksgebäude und dann (bei niederem Schornstein) in der nächsten Umgebung verbreitende Salzsäure die Anrainer und die nachbarlichen Culturen sehr bedeutend schädigen.

Die Errichtung sehr hoher Schornsteine, damit die sauren Dämpfe in höhere Luftschichten gelangen und sehr stark verdünnt werden und sofortiger Verschluss des Ofens nach dem Eintragen des Kochsalzes sind deshalb sanitärerseits zu verlangen. Die dem Brennen des Steingutes vorangehenden Manipulationen haben die gleiche gesundheitliche Bedeutung wie die Verarbeitung des Thones zu Ziegeln.

Porzellanfabrication.

Das Porzellan wird aus einer Masse bereitet, die aus Caolin, einem Flussmittel (Feldspath, weisser Sand, Gyps) und der Glasur besteht.

Die Porzellanerde ist, wie bereits erwähnt wurde, an und für sich unschmelzbar und würde im Feuer sich nur zu einer erdigen, undurchsichtigen Masse brennen; wird sie aber mit Flussmitteln gemischt, so schmelzen letztere bei der hohen Temperatur des Glasofens, umhüllen die Caolinmoleküle und füllen die Poren aus.*)

Das Caolin und die Flussmittel müssen auf das feinste zerkleinert, geschlemmt, der Sand in einem besonderen Ofen geglüht und die Materialien mit einander innig gemischt werden. Dann wird die Masse an der Luft getrocknet und hierauf dem Kneten

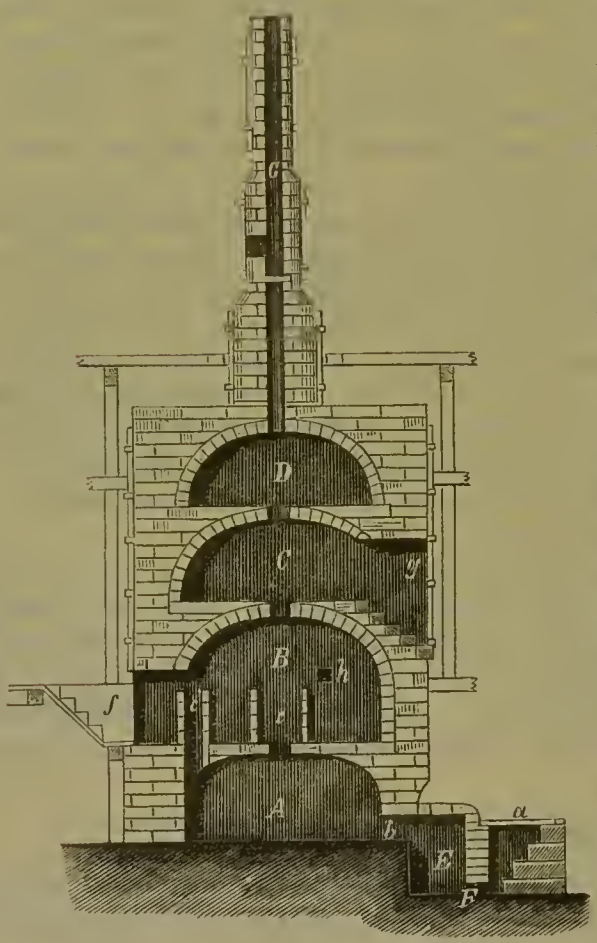
*) Wagner l. c. 319.

und Faulenlassen (Rotten) unterworfen. Häufig wird hiebei Jauche und Moorwasser angewendet.

Bei der Fäulniss der Porzellanmasse treten reichliche Mengen von Schwefelwasserstoff auf.

Die geknetete Masse wird nun zu Porzellanwaaren verarbeitet; sie wird hiezu geformt, die geformte Masse an der Luft getrocknet, mit Glasurmasse überzogen und schliesslich im Porzellanofen geglüht. Zur Porzellanglasur dienen: feingepulverte Kieselerde, Thonerde und Alkalien oder ein Gemisch von Caolin, Quarz, Gyps und Porzellanscheibenpulver. Das Glasiren geschieht durch Ein auchen in die mit Wasser angemachte Glasurbrühe.

Fig. 172.



Der Porzellanofen (Fig. 172) enthält 4 verschiedene Räume *A, B, C, D* übereinander, welche durch Feuercanäle in Verbindung stehen und 5 im Umfange des Ofens befindliche Feuerungen *E*, in welchen mit Fichtenholz geheizt wird. Da die Aschenfälle *F* während des Brennens dicht geschlossen sind, so kann die zum Verbrennen des Holzes nöthige Luft nur von oben durch jene Oeffnung *a* eintreten, durch welche man das Holz einschiebt. Die Flammen ziehen aus den Feuerungsräumen durch Canäle *b* zuerst in die Feuerkammer *A*, von hier durch einen in der Mitte des Gewölbes angebrachten weiten Canal *c* und durch 5 kleinere Canäle *c'* nach aufwärts in den Gutofen oder Glattbrennerofen *B*, dann durch eine Oeffnung im Gewölbe in den Verglühofen oder Biscuitofen *C* und endlich durch dessen gewölbten Brennraum *D* in einen hohen Schornstein *G*, welcher mit einem Schieber versehen ist. Die Wände des Ofens, welche unmittelbar mit dem Feuer in Berührung kommen, sind aus feuerfesten Porzellansteinen aufgebaut. Um das durch die bedeutende Ausdehnung dieser Steine mögliche Zerspringen des Ofens zu verhindern, sind um denselben eiserne Reifen gezogen. Die zu brennenden Geräthe werden nicht nackt in den Ofen gebracht, weil sie durch den Russ und die von den Flammen fort-

gerissenen Aschentheilchen zu sehr leiden würden, sondern man setzt sie in Kapseln von feuerfestem Thon ein. Im Verglühofen erleiden die in Kapseln eingesetzten Gegenstände die gewöhnliche Veränderung des Thones und werden feste poröse Massen, welche im Wasser nicht mehr zerfallen. Wenn sie dann aus dem Verglühofen in den Glattbrennofen gebracht werden, so erleiden sie in Folge der höheren Temperatur in demselben eine theilweise Schmelzung, behalten aber doch noch eine matte und rauhe Oberfläche, weil die Hitze nie so hoch gesteigert wird, dass ein vollständiges Schmelzen eintritt. Taucht man aber die verglühten Geschirre in Wasser ein, in welchem die Glasurmasse des Porzellans vertheilt ist und setzt sie nach dem Trocknen und Einsetzen in Kapseln der Hitze des Glattbrennofens aus, so schmilzt die an der Oberfläche hängen gebliebene Glasurmasse und verleiht dem Gesehirre eine dünne, glänzende Oberfläche, während in der inneren Masse des Geschirres nur eine theilweise Schmelzung erfolgt.

Bei den verschiedenen Manipulationen der Porzellanbereitung, namentlich beim Vermahlen der Porzellanmasse, entsteht ein Kieselsäure in feinster Vertheilung enthaltender, den Athmungsorganen sehr gefährlicher Staub, dessen möglichste Abhaltung zum Schutze der Arbeiter nothwendig ist. Beim Mahlen sollte stets eine Anfeuchtung durch Wasser stattfinden, das Sieben nur in geschlossenen Apparaten vorgenommen werden. Das Glasiren ist eine Arbeit, bei der die Staubentwicklung nicht zu vermeiden ist, die hiebei beschäftigten Arbeiter sollten deshalb verhalten werden Respiratoren anzulegen. In Porzellanfabriken, welche ihren Arbeitern diesen Schutz nicht bieten, werden selbst die kräftigsten Constitutionen mit der Zeit durch Lungenschwindsucht hingerafft.

Die Verarbeitung des Caolins durch Faulenlassen, (Rotten) kann besonders belästigend werden, wenn dazu unreines, an organischen Bestandtheilen reiches Wasser genommen wird. An und für sich gefährdet diese Manipulation die Arbeiter ebenso, wie das Treten des Thons bei der Ziegelfabrication.

Das Pressen der plastischen Massen in die Formen ist eine häufige Ursache von Deformationen des Brustkastens der damit beschäftigten Arbeiter.

Bei der Porzellanmalerei werden die Farben mittelst Terpentin- und Lavendelöl auf die Glasur aufgetragen und die bemalten Stücke in eigenen Oefen — Muffelöfen — gebrannt. Manche Farben werden auch unter der Glasur aufgetragen und dann mit derselben verschmolzen. Die Arbeitsräume, in denen das Auftragen der Farbe mit Terpentinöl und Lavendelöl vorgenommen wird, sind voll von Oeldunst, wenn sie nicht fleissig ventilirt werden.

Kalk.

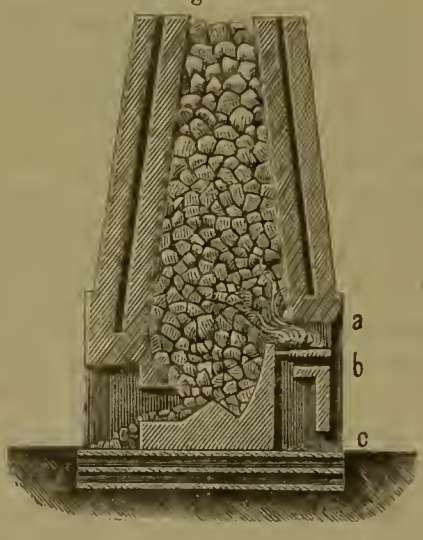
Das Kalkbrennen, d. i. die Darstellung von Aetzkalk aus Kalksteinen (kohlensaurem Kalk) wird in Meilern oder Kalköfen vorgenommen. Die Oefen sind entweder solche, die nur periodisch

arbeiten und bei welchen man nach beendetem Brennen erkalten lässt, um den Kalk auszuziehen oder es sind Oefen mit ununterbrochenem Gang, bei welchen die Construction ein Ausziehen des gebrannten Kalkes und ein fortwährendes Nachfüllen von frischem Kalkstein gestattet. Die letzten sind bedeutend leistungsfähiger.

Figur 173 stellt einen Kalkofen der einfachsten Art dar. Er zeigt einen eiförmigen Feuerraum, der mit feuerfesten Backsteinen ausgemauert ist. Ueber dem Roste oder der Sohle des Ofens baut man zuerst mit den grössten Kalksteinen eine Art Gewölbe, welches die ganze Füllung des Ofens, die man von oben einbringt, zu tragen hat. Ist der Ofen gefüllt, so zündet man unten zuerst Reisig an, später wendet man kräftigeres Brennmaterial an und unterhält das Feuer etwa 12 Stunden lang, worauf man erkalten lässt und den gebrannten Kalk herausnimmt. Da das Erkalten erst nach längerer

Fig. 173.

Fig. 174.



Zeit erfolgt, so muss der Betrieb oft unterbrochen und der Ofen jedesmal frisch angeheizt werden, wodurch viel Brennmaterial aufgeht.

Der continuirlich arbeitende Ofen ist nach Art eines Schachtofens (Fig. 174) gebaut und wird ganz mit Kalksteinen gefüllt, die durch seitlich angebrachte Herde *a* erhitzt werden. Diese Herde befinden sich 1—2 Meter vom Boden; der Aschenfall wird bei *c* entleert. Die Schüröffnung *a* ist geschlossen, aber durch den Canal *b* tritt die Luft ein. Der gebrannte Kalk wird durch eine seitliche Oeffnung an der Sohle des Ofens herausgezogen und zum Ersatz desselben neuer Kalkstein oben aufgegeben.

Der beim Kalkbrennen entstehende Rauch besteht aus der Kohlensäure des Kalksteines (der Kalkstein liefert fast die Hälfte seines Gewichtes an Kohlensäure), aus den Verbrennungsproducten des Brennmaterials (darunter kann schweflige Säure sein), aus den Zersetzungsproducten, die sich beim Glühen des Kalksteines aus den in ihm so häufig enthaltenen organischen Ueberresten bilden, und aus mitgerissenem Staub des gebrannten Kalkes.

Der Grad der Belästigung durch den Rauch eines Kalkofens hängt wesentlich von seiner Construction ab. Wird der Rauch in grösserer Höhe aus der Esse in die Luft geführt, so ist wenigstens bei ruhigem Wetter die Belästigung eine geringe. Bei stark bewegter Luft macht sich hingegen der Rauch, selbst wenn er in sehr bedeutender Höhe ausströmt, in unangenehmer Weise geltend. Der Rauch schadet den Augen, reizt die Lungen und gefährdet die Vegetation. In Frankreich hat man die Beobachtung gemacht, dass Wein von solchen Reben, die unter dem Kalkofenrauche sich entwickelten, einen unangenehmen, seinen Werth wesentlich herabsetzenden Geschmack bekam. Es ist auch denkbar, dass die Vegetation durch die Wärme des Rauches und durch die mit dem Rauche mitgerissenen oder aus der Kalkbrennerei verwehten Kalkpartikelchen beschädigt wird.

Für die Arbeiter ist die gefährlichste Operation das Ziehen des Kalkes. Sie sind hiebei grosser Hitze und der Gefahr ausgesetzt, durch glühenden Kalkstaub verletzt zu werden. Wenn an dem Kalkofen, von der Ziehstelle her, ein kleiner, die heisse Luft nach oben abführender Luftgang angebracht wird, so sind die Arbeiter weit weniger gefährdet.

Mit Recht gehören die Kalköfen zu den Anlagen, die einer besonderen Concession bedürfen. Kalkbrennereien ohne hohen und dabei vollständigen Rauchabfluss kann man nicht an jedem Orte zulassen.

Hydraulischer Kalk, Cement.

Enthält der Kalkstein Thon beigemengt, so findet bei dem Brennen desselben eine chemische Einwirkung beider Stoffe auf einander statt. Die gebrannte Masse kann mit Wasser ohne bedeutende Wärme-Entwicklung gemischt werden; zu Pulver gemahlen und mit Wasser vermischt erhärtet sie damit, ohne dass Luftzutritt nothwendig ist, daher auch unter Wasser. Je nach der Menge des beigemengten Thones (10—30%) findet die Erhärtung mehr oder weniger rasch statt (nach 2—20 Tagen). Dies ist der hydraulische Kalk.

Es gibt auch einige Verbindungen von Kieselsäuren mit Thonerde und geringen Mengen von Alkalien und Kalk, welche in gepulvertem Zustande zu Kalkbrei gebracht, denselben in hydraulischen Kalk verwandeln. Dies geschieht durch die meisten Silicate, welche die Kieselerde in aufgeschlossenem Zustande enthalten (Puzzolane, Trass, Santorinerde). Solche Naturproducte nennt man natürliche Cemente.

Hydraulischen Kalk kann man auch aus ungebranntem Kalk und Thon herstellen (Portlandcement).

Bei der Cementfabrication kommen dieselben sanitären Gesichtspunkte in Betracht wie beim Kalkbrennen, nur muss hier noch all jener Manipulationen gedacht werden, bei welchen sich durch Zerkleinern, Stampfen, Sieben der natürlichen Cementsteine oder beim

Mischen der zur künstlichen Cementfabrication erforderlichen Materialien Staub entwickelt. Es ist selbstverständlich, dass auf die Umhüllung der Zerkleinerungsmaschinen das grösste Gewicht betreffs des Schutzes gegen den Staub zu legen ist.

Gyps.

Das Gypsbrennen geschieht in Oefen, die den Kalköfen ähnlich sind, jedoch bei verhältnissmässig niederer Temperatur.

Die Belästigung durch den Rauch der Gypsöfen ist keine sehr erhebliche. Nur der Staub beim Mahlen und Pulverisiren des Gypses sollte genügende Beachtung finden und gegen ihn die nöthige Vorsorge getroffen sein.

Glasfabrication.

Das Glas ist ein durch Schmelzen entstandenes, amorphes Gemenge verschiedener kieselsaurer Salze, in welchen gewöhnlich kieselsaures Alkali und kieselsaurer Kalk die Hauptbestandtheile bilden. Bisweilen, wie bei der Darstellung gewisser zu optischen Zwecken dienender Gläser, wird die Kieselsäure auch durch Borsäure vertreten. Das Wasserglas, das in Wasser löslich ist und davon seinen Namen hat, enthält keine kieselsauren Erdalkalien, sondern besteht nur aus kieselsaurem Alkali.

Manche Gläser enthalten ausser kieselsaurem Alkali und kieselsauren Erdalkalien noch gewisse Metalloxyde, z. B. enthält das Krystallglas auch kieselsaures Bleioxyd und zwar bis zu einem Drittel seines Gewichtes.

Die Rohmaterialien, welche die Glasfabrication verwendet, zerfallen:

a) in Materialien, welche die Substanz des Glases bilden sollen (Bergkrystall, Quarz, Sand, Feuerstein, Infusorienerde, Glasscheiben, Borax, Pottasche, Glaubersalz, calcinirte Soda, Kalkstein, Kreide, Mennige, Bleiweiss, Bleiglätte, Zinkweiss, Wismuthoxyd);

b) in Stoffe, welche als Entfärbungsmittel dienen und deshalb nur bei der Fabrication von weissem Glas benützt werden (Braunstein, arsenige Säure, Salpeter, Mennige) und

c) in Substanzen, die zum Färben des Glases benützt werden (Goldchlorid, Chlorsilber, Kupferoxydul, Kupferoxyd, Uranoxyd, Kobaltoxyd, Chromoxyd, Mangansuperoxyd, Zinnoxyd und Knochenasche).

Fast alle diese Materialien müssen, wenn sie nicht schon in die Glashütte in feiner Vertheilung kommen, in dieser gepulvert werden. Manche derselben bedürfen vor dem Pulvern gewisser Präparationen. So z. B. muss aus dem Sand durch Behandeln desselben mit Salzsäure das Eisen entfernt werden. Manchmal muss der Sand ausgeglüht werden, um ihn mürber zu machen, wodurch er sich leichter mahlen und schmelzen lässt. Kalkstein und Kreide müssen häufig gesehlemmt werden.

Das Mahlen, Mischen und Sieben aller dieser Materialien erzeugt Staub, der unter allen Umständen vermöge seiner mechanischen Reizung die Arbeiter gefährdet, manchmal aber, so beim Zerkleinern von Arsenik oder Bleipräparaten, von höchster gesundheitlicher Bedeutung sein kann.

Man wird deshalb zum Schutze der Arbeiter überall, wo es angeht, die Anfeuchtung der Materialien und nach Möglichkeit die Verarbeitung in geschlossenen Apparaten fordern und auf die Durchführung aller sonstigen Schutzmaassregeln gegen Staub (Seite 582) hinwirken.

Die fertige Mischung der zur Glaserzeugung erforderlichen Materialien heisst Glassatz. Dieser Glassatz wird in Schmelzgefässen, die man Glashäfen nennt, eingetragen und diese werden in dem Glasofen so weit erhitzt, dass der Inhalt derselben vollkommen schmilzt. Gewöhnlich werden die Glashäfen in der Glashütte selbst aus schwer schmelzbarem Thon und gepulverten Chamottesteinen angefertigt. Gegen den aus diesen Materialien beim Zerkleinern derselben entstehenden Staub sind die Arbeiter in entsprechender Weise zu schützen.

Die Glasschmelzöfen (Fig. 175 und 176) sind meistens stehende Flammöfen, aus feuerfestem Thon hergestellt. Oberhalb des Feuerraumes liegt der überwölbte Schmelzraum *M*. In ihm stehen auf der sogenannten Bank die Häfen *I* und werden durch die Flamme direct erhitzt. Aus dem Schmelzraum gelangt die Hitze in seitliche Räume *N*, worin das Fritten und Trocknen, Processe, die dem eigentlichen Verschmelzen vorangehen, vorgenommen werden. Aus diesen Seitenräumen (Nebenöfen genannt) gelangen die Verbrennungsproducte des Feuermaterials und die aus dem Glassatz beim Schmelzen sich entwickelnden Gase und Dämpfe in den Schornstein. Die in den Glashäfen glühend geschmolzene Masse wird durch mehrere an der Peripherie der den Schmelzraum bedeckenden Wölbung befindliche Arbeitslöcher *O* herausgenommen und von den Arbeitern, welche auf der hölzernen Brücke *L* stehen, durch einfache Manipulationen in geeignete Formen gebracht.

Gegenwärtig wird in der Glasfabrication vielfach der Siemenssche continuirlich wirkende Ofen mit Regenerativfeuerung benützt. (Siehe Seite 324.)

Durch den Schmelzprocess im Glasofen geht die Bildung jener Silicate, die das Glas bilden, vor sich. Aus dem kohlensauren Kalk wird durch die Hitze die Kohlensäure als solche, oder wenn zugleich Kohle zum Verschmelzen kam, als Kohlenoxyd ausgetrieben; das Glaubersalz wird zersetzt, die Schwefelsäure entweicht entweder unverändert oder zu schwefliger Säure reducirt; die anderen Metalloxyde gehen in kieselsaure Verbindungen über; der Salpeter, die Mennige und der Braunstein geben ihren Sauerstoff ab und oxydiren dadurch das Eisenoxydul, wodurch die Entfärbung des Glases bewirkt wird. Auch die arsenige Säure wirkt ähnlich; sie wird zersetzt, ihr Sauerstoff zur Oxydation verwendet, das Glas hiedurch entfärbt und geläutert; metallisches Arsen wird hingegen verflüchtigt.

Die aus den Arbeitslöchern und aus dem Schornstein abgehenden Gase sind demnach sehr bedeutsam, namentlich wenn viel Arsen zur Verwendung kommt. Wiederholt ist der Beleg in den Schornsteinen und an den Blechmänteln der Rauchröhre der Glashütten, ferner der Schnee und Staub in der Umgebung derselben arsenhaltig befunden worden.

In Glashütten, wo die massenhafte Verwendung von Arsenik die Condensation des Glashüttenrauches nothwendig macht,

Fig. 175.

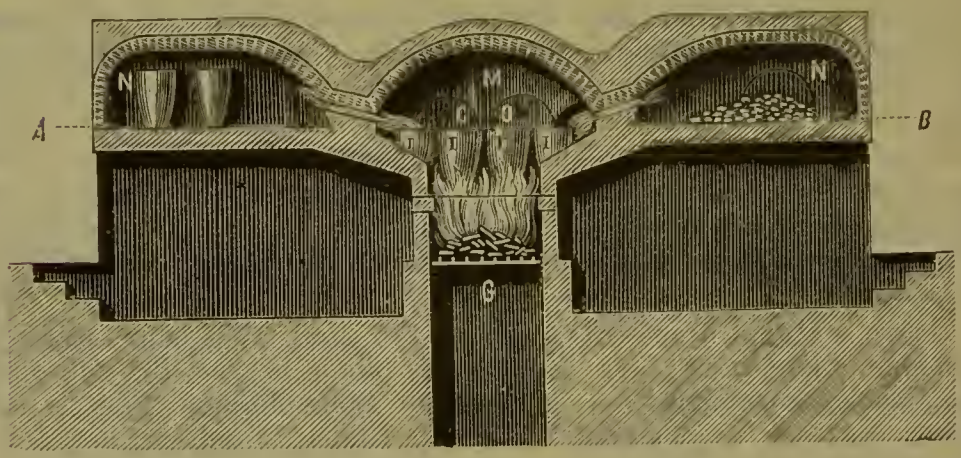
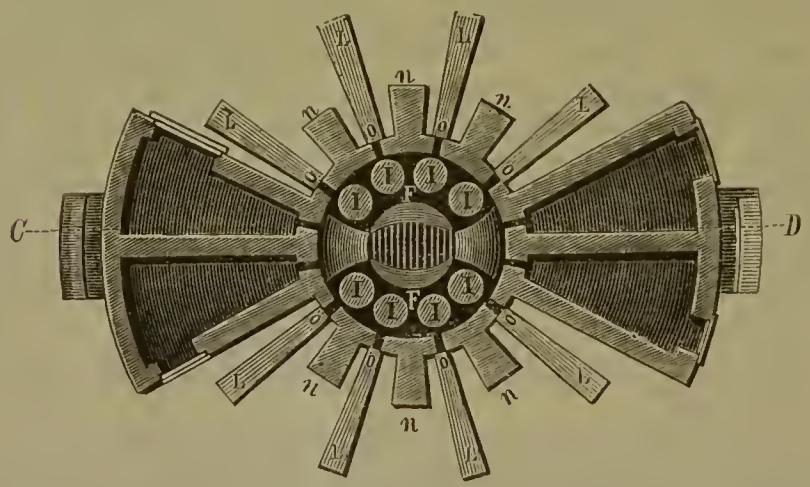


Fig. 176.



wären Flugstaubkammern oder längere in den Schornstein mündende Condensationscanäle zu fordern.

Die weitere Verarbeitung der Glasmassen zu Glasgegenständen ist mit vielfachen Gesundheitsgefahren für die Arbeiter verknüpft.

Bei der Formung durch Blasen mittelst der „Pfeife" ist es wiederholt vorgekommen, dass durch Benützung desselben Instrumentes von Seite mehrerer Arbeiter Syphilis verbreitet wurde. Auch ist das Mundstück dieses Instrumentes manchmal rauh,

wodurch die Arbeiter, da sie die Pfeife während des Blasens in Rotationsbewegung setzen müssen, ihre Lippen häufig verletzen.

Das Glasblasen verursacht Congestionszustände und vor Allem Emphysem der Lunge. Die strahlende Hitze des Schmelzofens, in dessen unmittelbarer Nähe die Arbeiter bleiben müssen, und der Aufenthalt in zugigen Räumen, wie es die Glashütten sind, bedingen fortwährend jähe Temperaturwechsel, welche zu Ursachen schwerer Erkältungskrankheiten (Rheumatiden, Herzfehler) werden. Der profuse Schweiss in Folge der strahlenden Hitze verursacht übermässigen Säfteverlust, der grelle Flammenschein und die Gluth der zu bearbeitenden Glasmasse blendet das Sehorgan.

So vereinigt die Arbeit des Glasblasens eine Menge die Gesundheit sehr gefährdende Momente, gegen deren üble Einflüsse die Arbeiter nur durch kräftige Ernährung, zweckmässige Kleidung, Pflege des Körpers, Bäder, Vorsicht bei der Arbeit, Vermeidung von Ueberanstrengung durch zu lange Arbeitszeit einigermassen geschützt werden können.

Gegen die beim Schleifen und Poliren des Glases entstehende Verstaubung schützt am besten das Schleifen mit durch Wasser angefeuchteten Schleifapparaten. Wo das Trockenschleifen nicht umgangen werden kann, sollten die Arbeiter Respiratoren benützen.

Bei der Glasmalerei werden gefärbte, sehr leicht, d. h. bei verhältnissmässig niederer Temperatur schmelzbare Glasflüsse mittelst Terpentinöl oder Gummi auf die Glasgegenstände der Zeichnung gemäss aufgetragen und dann wird die so bemalte Waare so weit erhitzt, bis der färbende Glasfluss einschmilzt.

Da die zur Glasmalerei verwendeten Glasflüsse Metalloxyde enthalten und sehr fein gepulvert werden müssen, so sollte die Zerkleinerung stets in geschlossenen Apparaten geschehen.

Siebentes Capitel.

Die chemische Grossindustrie.

Kochsalz.

Für sehr viele Zweige der chemischen Industrie ist das Kochsalz das wichtigste Rohmaterial.

Bekanntlich kommt das Kochsalz in der Natur theils in festen Massen als Steinsalz, theils gelöst in Meer- oder Salzsoolenwasser vor. Wo es als reines Steinsalz in grossen Lagern zu finden ist, wird es durch bergmännische Förderung gewonnen. Das unreine Steinsalz muss in Wasser gelöst und umkrystallisirt werden; die Auflösung wird gewöhnlich in der Grube selbst bewerkstelligt und die Kochsalzlauge zum Versieden durch Pumpen in die Höhe befördert.

An den Orten, wo ansehnliche Lager von Steinsalz sich in der Erde finden, treten gewöhnlich salzhaltige Quellen auf, aus denen man das Kochsalz darstellt. Diese Salzsoolen sind in der Regel nicht ganz mit Kochsalz gesättigt, weil sie, bevor sie zu Tage kommen, sich in anderen Schichten noch mit Quellen von gewöhnlichem Wasser vermischen. Sie müssen demnach concentrirt werden. Man entfernt zuerst durch freiwilliges Verdampfen an der Luft einen Theil des Wassers. Man lässt nämlich das Wasser in sogenannten Gradirwerken über ein mit Dornenwänden versehenes Balkengebäude heruntertropfen.

Die vom Gradirwerk ablaufenden Lösungen gelangen zum Versieden in Eisenblechpfannen. Das Sieden wird ununterbrochen mehrere Wochen fortgesetzt. Es sondert sich hiebei Gyps und schwefelsaures Natron theils als Schaum, welcher abgenommen wird, theils als Absatz aus, welchen man mit einer Krücke herausschaffen muss. Sobald sich auf der Oberfläche der siedenden Soole eine Salzhaut bildet, hat die Soole die Gare erreicht und man schreitet zum Soggen (Gewinnung) des Kochsalzes.

Während der Periode des Soggens wird die Temperatur der Flüssigkeit auf 50 Grad erhalten. Dabei fällt nun die entstandene Salzhaut aus der Soole in kleinen Krystallen zu Boden, es bildet sich eine neue Haut u. s. w. Das ausgeschiedene Salz wird mittelst der „Schwimmkrücken" herausgehoben; man lässt es abtropfen und trocknet es in besonderen Kammern.

Das Auskrücken und das Trocknen wirkt auf die Arbeiter erschöpfend. Diese Arbeit ist nicht nur sehr anstrengend, sie wirkt auch dadurch nachtheilig, dass bei ihr die Arbeiter der Hitze des Herdes und der Trockenkammer, sowie einer überaus feuchten Atmosphäre ausgesetzt sind. Die häufigsten Krankheitsformen bei Sudarbeitern sind deshalb Rheumatismus und verschiedene Katarrhe.

Unausgewachsene und schwächliche Personen sollen zur Sudarbeit nicht zugelassen werden. Auch erscheint es empfehlenswerth, wirksame Dampffänge über der Sudpfanne anzubringen.

Noch sei erwähnt, dass dort, wo Seewasser behufs Concentration in Salzgärten zur Verdunstung gebracht wird, die Luft mit den Zersetzungsproducten jener organischen Körper, welche im Meerwasser gelöst oder suspendirt waren, weitherum verunreinigt werden kann.

Sodafabrication.

Die Sodafabrication ist eine Industrie, die aus sanitären Gründen die grösste Beachtung verdient. Doch ist damit hauptsächlich jene Sodafabrication gemeint, welche nach dem sogenannten Leblanc'schen Verfahren arbeitet.

Bei diesem Verfahren lassen sich drei Betriebsphasen unterscheiden: Zuerst wird Kochsalz durch Behandlung mit Schwefelsäure in Glaubersalz (schwefelsaures Natron) übergeführt, welche Operation man den Sulfatprocess nennt. Dann wird das entstan-

dene Glaubersalz in der Hitze durch die Einwirkung von Kalkhydrat und Kohle in Rohsoda (ein Gemenge von kohlensaurem Natron und einer Doppelverbindung von Schwefelcalcium und Kalk) verwandelt, welchen Vorgang der Techniker Sodaprocess (Calcination) nennt, und schliesslich wird durch Auslaugen und Krystallisiren das kohlensaure Natron von der in Wasser unlöslichen Doppelverbindung getrennt, Sodalaugerei.

a) Bei der Darstellung des Natriumsulfates entwickelt sich eine grosse Menge von Salzsäure, welche demnach ein Nebenproduct der Sulfatfabrication ist. Es gibt Sodafabriken, die täglich 100.000 Kilogramm Kochsalz verarbeiten und somit 62.000 Kilogramm Salzsäure als Nebenproduct erhalten. In früherer Zeit haben die Fabriken nahezu alle Salzsäure ihres Betriebes, die als Dampf auftritt, mittelst Schornsteinen in's Freie abgelassen. Die ausgedehntesten Verwüstungen waren davon die Folge.

Die Dämpfe der Salzsäure ziehen erfahrungsgemäss begierig Wasser an, sie sinken deshalb rasch zu Boden und bilden in demselben, auf Kalk- und Magnesiasalze der Erde einwirkend, Chlorcalcium und Chlormagnesium — Verbindungen, die für jede Vegetation durchaus nachtheilig sind. Die Blätter der Blumen und Gesträuche werden in Folge der Einwirkung der salzsauren Dämpfe gekräuselt, welken, fallen ab. Selbst Bäume gehen zu Grunde; namentlich sind Buchen sehr empfindlich. Es ist constatirt, dass die salzsauren Dämpfe noch in einer Entfernung von 2000 Meter von der Fabrik durch schädliche Einwirkung auf die Vegetation sich bemerkbar machen.

Auch Wäsche, die zum Trocknen hängt, und andere Dinge werden durch die herabfallende Salzsäure beschädigt. Selbstverständlich kann der in niederen Luftschichten suspendirte Salzsäuredampf, bei einiger Concentration, auch der Gesundheit des Menschen und des Thieres schädlich werden, namentlich Katarrhe der Athemwege verursachen.

Wäre die Salzsäure ein werthvolles Product, so läge es im Interesse des Fabrikanten selbst, sämmtliche Salzsäure zu gewinnen; sie ist aber in verdünntem Zustande nahezu oder ganz werthlos, im concentrirten auch sehr billig, und da die mehr oder weniger vollständige Condensation der Salzsäure eine kostspielige Arbeit ist, unterlassen die Fabriken diese gerne ganz oder theilweise.*)

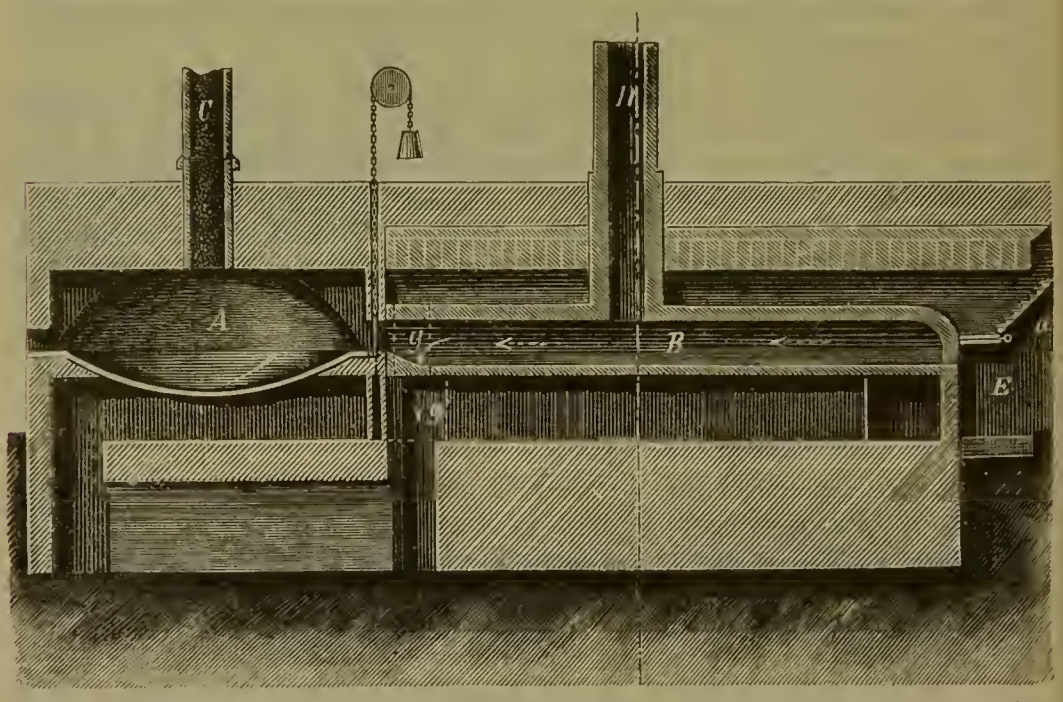
Die frühere Einrichtung der Oefen für die Sulfatfabrication, bei welchen die salzsauren Dämpfe, mit den Rauchgasen der Feuerung gemengt, in den Schornstein entwichen, musste in Folge der hiedurch entstehenden sehr bedeutenden und auffälligen Beschädigung der ganzen Umgebung einer Sodafabrik allüberall aufgegeben werden. Bei dieser Einrichtung war es auch nicht möglich, das salzsaure Gas vortheilhaft und genügend

*) Pappenheim l. c. 471.

zur Absorption zu bringen, da hiebei 1 Volum salzsaures Gas mit 60–80 Volumen Rauchgas verdünnt ist.

Um die Trennung der Rauchgase und des salzsauren Gases, worauf es zur Erziehung der genügenden Absorption des letzteren hauptsächlich ankommt, zu ermöglichen, wendet man gegenwärtig die Muffelöfen, d. h. Oefen mit Doppelgewölben an (Fig. 177), in welchen die Sulfatbildung und die Calcination gleichzeitig bewirkt wird. Diese Oefen bestehen aus einer gasdichten Muffel (*B*), unter und über welcher das Feuer des auf dem Roste *a* brennenden Brennmaterials der Feuerung *E* herumspielt, um durch die (mit punktirten Linien angegebenen) Füchse *g* und *g'* herabzusinken und gleichzeitig die Böden der Zersetzungspfanne zu heizen.

Fig. 177.



Die Rauchgase und die Salzsäuredämpfe werden getrennt abgeleitet, und zwar die Rauchgase durch einen Canal am Fusse des Ofens in die Esse, das salzsaure Gas aus der Muffel und den Pfannen mittelst irdener Röhren (*C D*) in den Condensationsapparat.

Die Condensation findet statt:

a) in mit Wasser gefüllten, nach Art der Woulff'schen Flaschen geformten Thongefässen, Bonbonnes genannt (nur bei kleinerem Betriebe anwendbar);

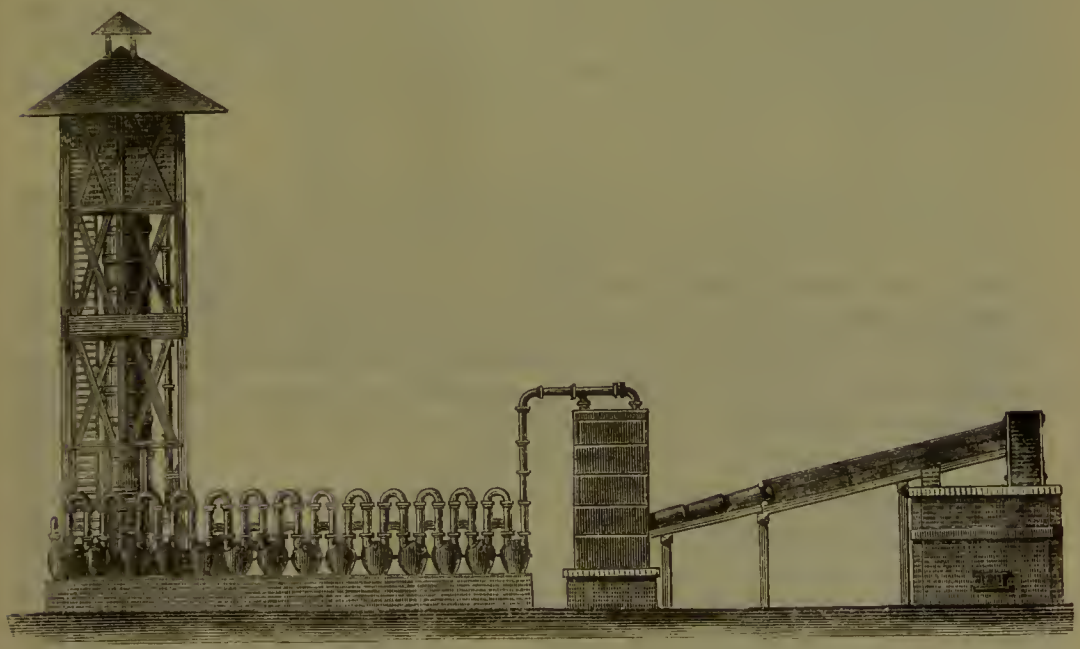
b) in Coaksthürmen, über welche Wasser in feinen Strahlen, mitunter mit Hilfe des Segner'schen Wasserrades, ausgeschüttet wird, während salzsaures Gas, nachdem es durch lange, in freier Luft liegende Thonröhren stark abgekühlt worden ist, den ganzen Thurm durchstreicht.

Die Condensation durch die Bonbonnes ist für sich allein nicht genügend, dagegen kann jene durch Coaksthürme

für sich allein ausreichen, jedoch nur bei guter Einrichtung und sorgsamer Bedienung der Condensatoren. In vielen Sodafabriken leitet man die Gase zuerst durch Bonbonnes und dann durch Coaksthürme (Fig. 178). Je stärker das Gas vor seinem Eintritte in die Absorptionsapparate abgekühlt ist, desto vollkommener findet die Absorption statt.

Die Bonbonnes müssen auf einer säuredichten Unterlage aufgestellt sein, damit beim allfälligen Bersten oder Zerbrechen derselben die ausströmende Salzsäure nicht in den Boden dringe und Brunnen oder andere Gewässer verderbe. Gleiches ist überhaupt von allen Gefässen zu verlangen, welche concentrirte Säure enthalten.

Fig. 178.



Die Umwandlung des Glaubersalzes in Soda erfolgt durch Glühen desselben mit gemahlenem Kalkstein und Kohle in dem mit der Muffel durch einen Canal verbundenen Calcinirraum, in dessen Decke sich ebenfalls ein Rohr befindet, um die bei beginnender Calcination auch hier noch entstehenden sauren Dämpfe direct in die Condensationsapparate abzuleiten. Während der Calcination muss das Gemenge von Natriumsulfat, Calciumcarbonat und Kohle fortwährend umgekrückt werden, weshalb der Calcinirraum seitlich mit Arbeitslöchern versehen ist. Dieses Umkrücken belästigt die Arbeiter in hohem Grade, da sie dabei salzsauren Dämpfen ausgesetzt sind. Abhilfe schafft nach dieser Richtung der in neuerer Zeit in vielen Fabriken angewendete Sodaofen mit Drehscheiben, bei dem eine Maschine das Umkrücken der Masse besorgt.

c) Sobald die Calcination beendet ist, wird die Sodaschmelze in eiserne, flache Kästen ausgekrückt und mittelst Auslaugens und Eindampfens die Abscheidung des kohlensauren Natrons erzielt.

Hiebei findet keine gesundheitswidrige Arbeit statt; jedoch ist der vorzüglich aus Calciumoxysulfuret bestehende Rückstand in sanitätspolizeilicher Hinsicht wichtig.

In jeder Sodafabrik sammeln sich mit der Zeit erstaunlich grosse Massen dieser Rückstände an, oft ungeheure Haufen bildend. Da sie anderwärts bis jetzt keine Verwendung finden, bleiben sie liegen und werden eine Quelle grosser Unannehmlichkeiten sowohl für die Fabrik selbst als auch für die ganze Umgebung.

In Folge von Aufnahme der Kohlensäure aus der Atmosphäre entsteht nämlich aus dieser Masse Schwefelwasserstoffgas in reichlicher Menge. Das Innere derselben erhitzt sich alsdann durch eintretende Oxydation, wobei sich schweflige Säure bildet, welche theils in die Luft entweicht, theils den Schwefelwasserstoff zerlegt, so dass Schwefel ausgeschieden wird, der sich entzündet und wiederum schweflige Säure erzeugt*). Diese Erscheinungen treten besonders intensiv bei nasser Witterung und auch dann auf, wenn diese Rückstände grosse Haufen bilden.

Diese Massen wirken aber nicht nur durch die Entwicklung von Schwefelwasserstoff und schwefliger Säure störend, ein viel bedeutenderer Nachtheil geht von den Flüssigkeiten aus, welche von diesen Haufen während und nach dem Regen ablaufen. Vermöge ihres reichen Gehaltes an schwefelhaltigen Verbindungen können sie, wenn sie direct in Brunnen oder kleinere Wasserläufe kommen, das Wasser derselben unbrauchbar machen und, wenn sie versickern, den Boden weithin verunreinigen und ihn mit einer schwarzen stinkenden Jauche anfüllen.

Man erkennt hieraus leicht die zahlreichen Uebel, welche die Sodafabrication herbeiführt. Namentlich waren von jeher die Soda-Aescher eine wahre Pein für die Fabriken, ihre Anrainer und die Organe der Sanitätspolizei. Ihre Entstehung zu vermeiden, ist ein Sporn zur Entdeckung neuer Sodagewinnungsmethoden. Thatsächlich gewinnt es den Anschein, als ob mit der Zeit einige in Vorschlag und zum Theil auch bereits zur Ausführung gekommene neue Methoden der Soda-Erzeugung Aussicht hätten, das Leblanc'sche Verfahren zu verdrängen. Hauptsächlich gilt das von jenem Verfahren, bei dem aus Kochsalz und kohlensaurem Ammon die Soda bereitet wird. Doch wird man noch lange mit den gegenwärtigen Methoden der Sodafabrication zu rechnen haben.

Die definitive Unterbringung der Soda-Aescher hat sehr grosse Schwierigkeiten. Man hat vorgeschlagen, sie zum Strassenbau zu verwenden, aber die in dieser Beziehung gemachten Erfahrungen waren ganz ungünstige. Man darf diese Rückstände auch nicht zur Ausfüllung von Terrain, das als Bauplatz benützt wird, heranziehen, da durch sie ein späteres Heben des Grundes möglich ist, so dass das erbaute Haus leicht beschädigt werden kann oder einstürzt.

---

*) Eulenberg, schädliche Gase. Braunschweig 1865. S. 221.

Der Geruch nach Schwefelwasserstoff macht sich selbst dann noch bemerkbar, wenn die Masse unter der Sohle des Kellers liegt. In einem Keller, unter dessen Fussboden Sodaschlamm festgestampft war, zerbrach eine Salzsäureflasche; man bemerkte bald den furchtbaren Geruch und ein Arbeiter, der unbedacht eintrat, erstickte*).

Bei grossen Sodafabriken bilden diese Rückstände ganze Berge, da auf jede Tonne fabrieirter Soda etwa 2 Tonnen Rückstand entstehen. Ihr Aufbewahren in Haufen sollte nur unter bedeckten Schupfen und auf wasserdichtem Boden stattfinden. Zur Vermeidung der Entzündung dieser Haufen sollten dieselben stets in dünnen Schichten gelagert werden.

Die vielfachen Uebelstände, welche durch diese Sodarückstände allüberall erwachsen, drängen immer mehr um Abhilfe. Es kann sich bei dieser Sache um zwei Fragen handeln: was man mit schon bestehenden, alten Haufen thun und wie man mit dem täglich neu sich ergebenden Rückstande verfahren soll.

In manchen Fabriken werden die aufgehäuften Rückstände, oder wenigstens die von ihnen abfliessenden gelben Laugen nach dem Mond'schen Verfahren (Seite 644) verarbeitet.

Diese Laugen haben zu unzähligen Klagen Anlass gegeben, wenn sie ungereinigt in städtische Abzugscanäle abgelassen wurden. Der Druck der Sanitätspolizei zwang die Industrie, die Reinigung dieser Laugen vor ihrem Ablassen in geeigneter Weise vorzunehmen. Meist geschieht dies in drei Gruben, welche sie abwechselnd vor ihrem Abfluss passiren müssen; in diesen werden sie mit dem wesentlich aus Eisenhydroxyd, etwas Mangansuperoxyd und Calciumcarbonat bestehenden Klärschlamm der neutralisirten Manganlauge (Seite 650) vermischt, wodurch sie vollkommen entfärbt und entschwefelt werden; die klare Flüssigkeit kann dann abgelassen werden.

Bezüglich der Disposition neu entstehender Sodarückstände schlägt man sehr verschiedene Wege ein. Am radicalsten ist derjenige, welchen aber nur die Fabriken des Küstenlandes befolgen können, die Sodarückstände ins Meer zu werfen. Als Dünger kann man diesen Rückstand nicht verwerthen, er tödtet die Pflanzen. Eher eignet er sich als Zusatz zu Mörtel, dem er cementartige Eigenschaften verleiht. Mit mehr Erfolg sucht man den Schwefel aus dem Rückstande, worin er bis über 13% enthalten ist, wieder zu gewinnen.

Die diesen Zweck anstrebenden Methoden befolgen alle, obwohl sie im Detail vielfach abweichen, das Princip, die Sodarückstände vorerst einer Oxydation durch die Luft zu unterwerfen, um hiedurch Polysulfide, Hyposulfide und Sulfide des Calciums zu bilden, dann die gebildeten Massen auszulaugen und aus den Auslaugeflüssigkeiten durch Behandlung mit entsprechenden Reagentien (Säuren, Metallsalzen u. s. w.) den Schwefel entweder als solchen

*) Eulenberg l. c. 677.

oder durch Zersetzung entstandenen Schwefelwasserstoffes zu pracipitiren. Unter diesen Methoden erweisen sich jene von Schaffner und jene von Mond als die relativ erfolgreichsten. Die erstere extrahirt die Masse mit Wasser mehrmals, nachdem sie der Luft einige Wochen ausgesetzt gewesen, erhitzt die Lauge zum Sieden, gibt Salzsäure zu, leitet die sich entwickelnde Säure in frische Lauge und erhält so einen Niederschlag von Gyps und Schwefel, welche von einander getrennt werden.

Beim Mond'schen Verfahren bläst ein Ventilator zur schnellen Oxydation der Massen Luft durch dieselben. Sie werden dann ausgelaugt und durch Salzsäure zersetzt, wodurch der Schwefel zur Abscheidung kommt. In manchen Sodafabriken werden auf diese Weise über 10.000 Centner Schwefel jährlich gewonnen.

Die gegenwärtig üblichen Entschweflungsmethoden leisten noch wenig in sanitärer Beziehung. Zwar werden hiedurch die Sodarückstände beseitigt oder wenigstens vermindert, allein ihre Aufbereitung setzt selbst sehr beachtenswerthe Gesundheitsgefahren.

So haben jene Operationen der Entschweflung, bei welchen sich Schwefelwasserstoff entwickelt, schon manches Menschenopfer gekostet. Namentlich war es der Fall, wenn die Auslaugeflüssigkeiten der oxydirten Rückstände ohne alle Vorsorge mit Säuren behandelt werden. Es bedurfte wiederholter trauriger Erfahrungen, bevor man die Nothwendigkeit einsah, alle Apparate, in welchen Schwefelwasserstoff zur Entwicklung kommt, luftdicht zu schliessen und für eine vollkommene Ableitung dieses Gases zu sorgen.

Die bei der Schwefelwiedergewinnung aus den Soda-Abfällen nach Ausfällung und Abscheidung des Schwefels sich ergebenden Wässer enthalten meist Chlorcalcium in Lösung. In Folge dieses Gehaltes können sie bei unvorsichtigem Ablassen das Wasser von Brunnen und Wasserläufen verderben, letzteres sehr hart, zu häuslichen Zwecken unbrauchbar, ja sogar ungesund machen, oder sie können auch, wo sie mit der Vegetation in Berührung kommen, auf letztere verderblich einwirken. Mit Recht wird deshalb vorgeschlagen, das Chlorcalcium dieser Laugen zur Gypsfabrication zu verwenden. Der aus Chlorcalciumlauge und Schwefelsäure dargestellte Gyps findet in den Papierfabriken als Zusatz zum Ganzzeug Verwendung.

Die gegenwärtig üblichen Methoden der Verarbeitung der Sodarückstände auf Schwefel befriedigten aber auch in technischer Beziehung nicht gänzlich, es konnten nur 50 bis 60% des darin enthaltenen Schwefels gewonnen werden; an eine Wiedergewinnung des zur Sodafabrication verwendeten kohlensauren Kalkes wurde gar nicht gedacht. Nach vielen anfangs vergeblichen Versuchen ist es in der neuesten Zeit Schaffner und Helbig gelungen, ein einfaches Verfahren ausfindig zu machen, welches nicht nur allen Schwefel, sondern auch den Kalk der Sodarückstände liefert.

Nach diesem neuen Verfahren zerfällt die Verarbeitung des Sodarückstandes in folgende Operationen:

1. Die Sodarückstände werden mit Chlormagnesium zersetzt, wobei Chlorcalcium, Magnesia und Schwefelwasserstoff entsteht.

2. Der hiebei sich entwickelnde Schwefelwasserstoff wird mittelst schwefliger Säure in Schwefel umgewandelt.

3. Der nun nach der Austreibung des Schwefelwasserstoffes zurückbleibende Rückstand (aus Chlorcalcium und Magnesia bestehend) wird der Einwirkung der Kohlensäure ausgesetzt, wodurch kohlensaurer Kalk und Chlormagnesium entsteht.

Die Vortheile des neuen Verfahrens sind:

1. Es ist einfach und sicher in der Ausführung.

2. Die Verarbeitung der Rückstände erfordert einen erheblich geringeren Aufwand an Zeit und Kosten.

3. Man erhält 95% des darin enthaltenen Schwefels.

4. Man gewinnt ungefähr 80% des gesammten in den Rückständen enthaltenen Kalkes als kohlensauren Kalk, zur Sodafabrication geeignet, wieder.

5. Das erforderliche Chlormagnesium und Chlorcalcium wird bis auf die unvermeidlichen, aber sehr geringen Verluste wiedergewonnen, daher der Aufwand an diesen Nebenmaterialien sehr gering ist.

6. Der Apparat, welcher für dieses Verfahren zur Anwendung kommt, lässt sich derart herstellen, dass an keiner Stelle desselben Schwefelwasserstoff entweicht, so dass die Sicherheit des Betriebes und der Arbeiter besser als bei jedem anderen Schwefelregenerationsverfahren garantirt ist.

Ammoniak-Industrie.

Auch die Ammoniak-Industrie ist von hoher sanitärer Bedeutung. Nicht nur solche Industrien, welche Ammoniak erzeugen, auch jene, welche Ammoniak verarbeiten, überhaupt alle, bei denen Ammoniak zur Entwicklung kommt (Poudrettefabriken, Lagerräume von Guano, Abdeckereien u. s. w.) gefährden durch die ammoniakhaltige Luft, welcher viele Arbeiter zum Opfer fallen. Es muss deshalb vom sanitären Standpunkte die vollständige Beseitigung des Ammoniakdampfes aus den Arbeitsräumen gefordert werden.

Das Ammoniak ist ein heftig irritirendes Gift. Sein Reiz trifft hauptsächlich die Respirationsorgane und die Augenschleimhaut, weshalb Thränenfluss, schleimige Secretion aus der Nase, selbst Blutungen aus Ohr, Mund und Nase zu den häufigsten Erscheinungen bei längerem Aufenthalt in einer ammoniakreichen Luft zählen. Bei andauernder Einwirkung trübt sich die Hornhaut,

löst sich das Epithel der Mundschleimhaut, es kommt zur Arrosion der Bronchien, zu Husten, Erbrechen und Asphyxie*).

Keine andere chemische Industrie vermag so verschiedenes Rohmaterial und nach so verschiedenen Methoden zu verarbeiten, als die Ammoniakfabrication. Deshalb ist es gerade bei dieser Industrie nothwendig, bei Concessionsverhandlungen richtige Aufschlüsse darüber zu erhalten, was und wie verarbeitet werden soll.

Die Rohproducte, welche der Ammoniakerzeugung dienen sollen, müssen stickstoffhaltig sein. In früherer Zeit wurden nicht selten gefaulter Harn, Stalljauche, Cloakenflüssigkeit, Fäcalmassen u. s. w. zu dieser Fabrication verwendet. Gegenwärtig ist dies nicht mehr oder nur äusserst selten der Fall. Nahezu alles in den Handel gelangende Ammoniak stammt zum Theil aus dem Gaswasser der Leuchtgasfabriken, zum Theil aus den Nebenproducten der Blutlaugensalz- und Beinschwarzerzeugung ab.

Das Gaswasser enthält kohlensaures, schwefelsaures, essigsaures Ammon, Schwefel-, Rhodan-, Cyan-, Chlorammonium und gelöste Theertheile. Hundert Theile Gaswasser geben 1 bis 1·5 Theile Chlorammonium.

Die Verarbeitung dieser Flüssigkeit zu Ammoniaksalzen geschieht meist durch Destillation mit Kalk. Die hiebei sich entwickelnden Dämpfe werden in Absorptionsgefässe geleitet, welche jene Säuren enthalten, deren Ammoniumsalz man darstellen will (Salzsäure bei der Salmiakfabrication, Schwefelsäure bei Erzeugung von Ammoniumsulfat). Die Destillationsgefässe sind grosse, eiserne Cylinder, den Dampfkesseln in Form und Construction ähnlich. Der Kalk verbindet sich mit der Kohlensäure, Schwefelsäure und Salzsäure der entsprechenden Ammoniaksalze des Gaswassers und treibt das Ammoniak derselben aus; die genannten Säuren bleiben sonach als Kalksalze zurück; das Schwefelammon und Cyanammon sowie flüchtige Theerstoffe und das freigewordene Ammoniak gehen aber in's Destillat über. Das Ammoniak wird daselbst durch die absorbirenden Säuren zurückgehalten, das Schwefelammon und Cyanammon dagegen in Folge des Zusammentreffens mit der Säure zersetzt, wodurch Schwefelwasserstoff und Cyanwasserstoff entsteht, welche Substanzen mit den übrigen nicht condensirbaren Gasen und Dämpfen abgehen.

Es ist mit Rücksicht auf die Natur dieser Gase und Dämpfe im Interesse der Arbeiter und Anrainer absolut erforderlich, sie unter die Kesselfeuerung, oder aber, was weit wirksamer ist, in einen besonderen Desinfectionsofen zu leiten.

Hiebei können zwar die Kohlenwasserstoffe und der grösste Theil der Dämpfe durch Verbrennen geruchlos gemacht werden, der Schwefelwasserstoff aber verbrennt zu schwefliger Säure und diese kann bei grosser Menge und ungünstigen örtlichen Verhältnissen eine neue Belästigung bedingen. In solchen Fällen müssten

*) Eulenberg, die Lehre von den schädlichen Gasen, p. 199.

Maassregeln angeordnet werden, um auch die schweflige Säure auf irgend eine Weise unschädlich zu machen. Welche Mittel hiezu dienlich sind, wird später (siehe schweflige Säure) erörtert.

Sind die in den vorgelegten Absorptionsgefässen enthaltenen Säuren durch das überdestillirte Ammoniak vollständig neutralisirt, so werden die Salzlösungen entweder in Pfannen über freiem Feuer oder durch Dampf so weit eingeengt, dass Krystallisation eintritt. Hiebei entwickelt sich ein höchst lästiger, in die Umgebung weithin sich verbreitender, alle Wollstoffe hartnäckig imprägnirender Geruch, der durch das Flüchtigwerden verschiedener bei der Destillation mitgerissener und in den Condensationsgefässen zurückgehaltener Stinkstoffe bedingt ist. Es ist deshalb nothwendig, dass das Abdampfen unter steinernen Gewölben vorgenommen werde, welche derart eingerichtet sind, dass alle Dämpfe in die Feuerung der Fabrik abgeleitet werden können.

Hie und da werden die zur Ammoniaksalzgewinnung bestimmten Gaswässer auch ohne Destillation verarbeitet, indem man sie in Bottichen mit Säuren neutralisirt, die verdünnten Salzlösungen absitzen lässt und nach ihrer Klärung so weit eindampft, dass sie in Krystallisirgefässe gebracht werden können. Das auskrystallisirte Salz wird, wenn es stark theerhaltig ist, in einem Trockenofen von Wasser, Theer und öligen Substanzen befreit und schliesslich sublimirt.

Auch bei diesem Verfahren handelt es sich um die Beseitigung und Unschädlichmachung jener stinkenden und gesundheitsschädlichen Dämpfe, welche beim Neutralisiren der ammoniakalischen Wässer mit Säuren (Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Cyanwasserstoff, Kohlenwasserstoff), beim Eindampfen der Salzlösungen und beim Verjagen der öligen und theerartigen Substanzen (Carbolsäure, Creosot, Pyrrhol, Anilin, Picolin, Lutidin, Leucolin, Methyl-, Phenyl-, Amylamin u. s. w.), endlich bei der Sublimation entstehen. Weiter kommen die beim Absitzenlassen der neutralisirten Wässer sich abscheidenden theerhaltigen Abfälle in Betracht.

Die theerhaltigen Abwässer der Ammoniak-Industrie dürfen niemals in Schlinggruben abgelassen oder zur Versickerung zugelassen werden, da ihr Carbolsäuregehalt benachbarte Brunnen verderben würde. Am zweckmässigsten ist es, die theerhaltigen Flüssigkeiten in vollkommen dichten Cisternen absitzen zu lassen, den hiebei sich abscheidenden Theer zu sammeln und weiter industriell zu verarbeiten. Die nach der Abscheidung des Theeres sich ergebenden Abwässer können, wenn nicht besondere Gründe dagegen sprechen, ohne Gefahr in grosse Wasserläufe oder in Schwemmcanäle abgelassen werden.

Es ist vom ökonomischen und sanitären Standpunkt vortheilhaft, wenn sich die Ammoniakfabriken, welche Gaswasser verarbeiten, in der nächsten Nähe der Leuchtgasanstalten etabliren. Es kann dann das Gaswasser mittelst unterirdischer Röhren aus der Gasfabrik der Ammoniakfabrik zugeleitet werden,

wodurch die sonst beim Transport mittelst Achse unvermeidliche Belästigung der Umgebung durch den Gestank vermieden wird.

Doch drängt sich die Frage auf, ob diese Fabriken überhaupt im Bereiche von bewohnten Häusercomplexen zu gestatten sind. Diese Frage kann allgemein weder bejaht noch verneint werden; dagegen wird es in jedem einzelnen Falle von der Möglichkeit, ob die im Interesse der Anrainer gebotenen, fallweise zu bestimmenden Vorsichten ausführbar und ausreichend sind, abhängen, ob dieser Betrieb in der Nähe von Wohnungen zugelassen werden soll oder nicht.

Etwas anders gestaltet sich die Ammoniakfabrication, wenn sie als Nebenproduct der Blutlaugensalz- oder Beinschwarzerzeugung betrieben wird.

Im ersteren Fall werden verschiedene thierische Abfälle: Sehnen, Abschnitzel von Hufen, Klauen, Leder u. s. w., im letzteren Fall ausgekochte Knochen in gusseisernen Cylindern der trockenen Destillation unterworfen. Die sich hiebei entwickelnden Dämpfe enthalten vorwiegend kohlensaures Ammon, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffe, Cyanammon, Schwefelcyanammon und viele Körper der Picolin- und Pyrrhidinreihe.

Man leitet dieses Dampfgemisch in Kühlapparate, woselbst der condensirbare Theil desselben sich niederschlägt und gesammelt wird, während der nicht condensirbare Theil aus der letzten Condensationsvorrichtung als stinkendes Gas entweicht, weshalb es unter die Feuerung zu leiten und daselbst zu verbrennen ist. In der Retorte bleibt werthvolle thierische Kohle zurück.

Das kohlensaure Ammon setzt sich in den Kühlgefässen theils im festen Zustande, theils als Flüssigkeit (Hirschhorngeist) ab. In jedem Falle hängt dem Producte noch sehr viel Empyreuma an. Um es davon zu befreien, wird das Salz in Wasser gelöst, die wässerige Lösung durch Zusatz von Thierkohle entfärbt, und dann in eisernen Töpfen sublimirt. Das kohlensaure Ammoniak, welches sich bei der Verdichtung in fester Form abscheidet, verstopft leicht die Röhrenleitung; durch häufiges Untersuchen und Freimachen der Leitung werden Explosionen vermieden.

Diese Fabrication belästigt ihre Umgebung in hohem Grade. Selbst bei den besten Betriebsmitteln hören die Klagen über den widerwärtigen, Ekel erregenden Gestank nicht auf. Es muss deshalb diese Industrie aus jedem Häuserbereich hinausgewiesen und darf nur bei genügend isolirter Lage geduldet werden.

Chlor-Industrie.

Das Chlor gehört zu den überaus heftig irritirend wirkenden Gasen. Wird es eingeathmet, so entsteht zunächst eine Reizung der Schleimhaut der Luftwege, welche sich rasch gegen das Lungenparenchym verbreitet und in den meisten Fällen Bluthusten erzeugt. Es reichen schon sehr geringe Mengen dieses Gases aus, um diese Erscheinungen hervorzurufen.

Starkes Einathmen von Chlorgas kann auf der Stelle einen asphyktischen Zustand erzeugen; die Menschen stürzen dann wie todt hin, erholen sich aber gewöhnlich rasch wieder, wenn man sie an die frische Luft bringt und das Gesicht mit kaltem Wasser besprengt. Verweilt man aber längere Zeit in einer chlorhaltigen Atmosphäre, so folgt auf die Reizung der Brustorgane sehr bald eine Depression derselben, welche sich durch beschwerliche und langsame Respiration kundgibt und unter grösster Athemnoth zum Tode führt*). In einer Chloratmosphäre verliert man Geruch und Geschmack. Es wirkt nämlich das Chlor auf alle thierischen Gewebe verändernd ein, indem es deren Eiweiss in gechlorte Albuminate verwandelt. Man empfindet deshalb nur Geruch und Geschmack nach gechlorten Albuminaten, aber keinen andern.

Als wirksames Schutzmittel gegen Chlor wird das Tragen mit Alkohol getränkter Schwämme vor Mund und Nase empfohlen. Der Alkohol bindet hiebei das Chlor, wobei unschädliche Chloralkoholverbindungen entstehen.

Das Chlor ist weder als Gas noch in seiner wässerigen Lösung transportabel; man benutzt deshalb zum Bleichen nicht das Chlor, sondern eine Verbindung des Chlors mit Sauerstoff, nämlich die unterchlorige Säure und zwar, da sie im freien Zustande nicht existiren kann, in Verbindung mit einer Base, als unterchlorigsaures Salz. Von diesen unterchlorigsauren Salzen ist der Chlorkalk das wichtigste. Nebstdem werden unterchlorigsaure Alkalien verwendet.

Die Fabrication des Chlorkalkes ist in der Regel mit der Sodafabrication vereint, weil einerseits die bei letzterer abfallende Salzsäure zur Darstellung des Bleichkalkes vortheilhaft benutzt werden kann und andererseits die bei der Chlorkalkfabrication sich ergebenden Rückstände für die Schwefelregenerirung verwendet werden können.

Der Chlorkalk ist ein Gemenge von unterchlorigsaurem Kalk, Chlorcalcium und Kalkhydrat. Er wird dargestellt, indem man Chlorgas von gelöschtem Kalk so lange absorbiren lässt, bis der Kalk nahezu mit Chlor gesättigt ist.

Von hygienischem Interesse ist zunächst das Kalklöschen. Ist der gebrannte Kalk zum grössten Theil zu Pulver zerfallen, so wird er, um aus ihm grosse Stücke zu entfernen, gesiebt. Dies geschieht in vielen Fabriken noch in offenen Sieben. Die Arbeiter werden dabei am ganzen Körper mit Kalkpulver bedeckt, ihre Augen und Schleimhäute werden gereizt. Gegen diesen Staub schützen sich die Arbeiter gewöhnlich durch Anlegen von Tüchern vor Mund und Nase. Besser eingerichtete Fabriken sieben in geschlossenen Kästen, was jedenfalls vorzuziehen und sanitärerseits stets zu fordern ist.

Zur Darstellung des Chlors verwendet man entweder Braunstein und Salzsäure, oder Kochsalz, Schwefelsäure und Braunstein.

*) Eulenberg, die Lehre von den schädlichen Gasen, 1865, p. 211.

Die Chlorentwicklung findet in grossen Steinzeuggefässen statt, welche mit einer weiten Oeffnung zum Einfüllen und zum Ausleeren der Beschickungsmaterialien und mit engeren Röhren-Ansätzen, in welchen die Ableitungsröhren sitzen, versehen sind. Die Erhitzung wird durch Wasserdampf bewirkt, wenn Salzsäure und Braunstein zur Chlorentwicklung genommen wurden. Dagegen muss die Erhitzung eine stärkere sein, wenn Kochsalz, Schwefelsäure und Braunstein angewendet werden.

Das Chlorgas wird in eine vierseitige Kammer aus Platten von Sandstein oder aus Backsteinen geleitet, welche mit Asphaltkitt zusammengefügt und mit Theer oder Theerfirniss überzogen sind. Die Kammer besteht aus mehreren Etagen, deren Boden in jeder mehrere Zoll mit dem gesiebten Kalkhydrat bedeckt ist. Das Chlor wird schnell absorbirt, namentlich wenn jede Wärmeentwicklung vermieden wird, wozu Kühlen und langsames Zuleiten des Chlorgases nöthig ist.

Sobald kein Chlor mehr absorbirt wird, muss die Absorptionskammer, wenn sie betreten werden soll, mit einem kräftig ziehenden Schornstein in Verbindung gesetzt werden, um das rückständige freie Chlor zu entfernen. Dann kann man die während der Absorption mit Lehm verkitteten Thüren öffnen und den fertigen Chlorkalk herauskrücken. Nach dem Auskühlen wird er in Fässer eingestampft und so versendet.

Die von der Chlorbereitung resultirenden Rückstände enthalten hauptsächlich Manganchlorür und freie Salzsäure. Sie haben in früherer Zeit, wenn sie in öffentliche Wässer gelassen wurden oder zum Versickern kamen, zu mancherlei Klagen Anlass gegeben. In Senkgruben abgelassen, haben sie die benachbarten Brunnen verdorben, in kleine Wasserläufe gebracht, haben sie die Fischzucht vernichtet und überall, wo sie auf Vegetation kamen, diese zerstört.

Gegenwärtig werden diese Rückstände in der Regel verwerthet, und zwar sucht man aus denselben das Manganchlorür wieder zu Mangansuperoxyd zu regeneriren oder, was meist der Fall ist, man verwendet sie, wie eben erwähnt wurde, zur Gewinnung des Schwefels aus den Sodarückständen. Sie zersetzen nämlich durch ihren Gehalt an Salzsäure, an freiem Chlor und Eisenchlorid die Schwefellaugen und scheiden daraus Schwefel aus.

Um Mangansuperoxyd zu erzeugen, werden die Rückstände der Chlorbereitung mit Kalk versetzt, wodurch die vorhandenen Säuren neutralisirt und das Mangan als weisses Protohydrat gefällt wird. Dann wird Luft zugeleitet, wodurch das Manganprotohydrat in Manganperoxyd umgewandelt wird. Das durch Zusatz von Kalk gebildete Chlorcalcium ist leicht verwerthbar. Die hohe hygienische Bedeutung dieses Verfahrens liegt also darin, dass bei Anwendung desselben gar nichts mehr ins Wasser oder zur Versicke-

rung gelassen wird, und dass überhaupt nichts zurückbleibt, was Nachtheile bringen könnte*).

Bei der Chlorkalkfabrication wird demnach vom sanitären Standpunkt zu fordern sein: Vollkommen dichter Verschluss der Chlorentwicklungsapparate und ihrer Leitungen zur Absorptionskammer, vollkommen dichter Verschluss der Absorptionskammer während der Chlorabsorption, ausreichende Ventilation der Kammer nach stattgefundener Absorption bis zur gänzlichen Entfernung des freien Chlors, zweckmässige Verwerthung oder Unterbringung der Chlorbereitungsrückstände, entsprechende Maassregeln gegen das Stauben des Kalkes und Chlorkalkes beim Sieben und beim Packen.

Aehnliche sanitäre Forderungen kommen auch bei der Darstellung der in der Technik als Bleichflüssigkeit vielfach angewendeten unterchlorigsauren Alkalien und des chlorsauren Kali in Betracht.

Das chlorsaure Kali wird in bedeutender Menge zur Lustfeuerwerkerei, zur Darstellung der Zündmassen, durch welche explosive Körper zur Detonation gebracht werden, zur Darstellung der Streichhölzer mit rothem Phosphor, in der Färberei zur Erzeugung gewisser Farbennuancen und zu vielen anderen Zwecken verwendet.

Das chlorsaure Kali zählt zu den stärksten Oxydationsmitteln und explodirt, wenn es mit gewissen Substanzen gemengt ist, durch Schlag und Stoss. Wird Schwefel, Phosphor, Schwefelantimon, Schwefelarsen oder ein anderes Schwefelmetall oder auch Zucker, Stärkemehl u. s. w. mit chlorsaurem Kali im trockenen Zustande zusammengerieben, so erfolgen furchtbare Explosionen. Auf diese Weise ist sehr viel Unglück angerichtet worden. Bei der Darstellung entzündlicher Gemische (Zündpillensatz, Zündlicht) darf chlorsaures Kali mit den genannten Körpern niemals trocken verrieben werden, sondern muss zunächst für sich, mit Weingeist angefeuchtet, zerkleinert, und nachdem es wieder trocken geworden, den übrigen Bestandtheilen mit einem Federbarte oder den Händen beigemischt werden. Im Sonnenlichte entzünden sich Mischungen von chlorsaurem Kali sehr leicht, weshalb sie im Dunkeln aufzubewahren sind.

Die Chlorbleiche.

Das Bleichen soll die Gespinnstfasern und die aus ihnen gefertigten Garne, Zwirne und Gewebe von allerhand fremdartigen, schmutzenden und färbenden Beimengungen befreien und der Waare eine schöne weisse Farbe und eine grössere Reinheit geben.

Der sogenannten Chlorbleiche werden in der Regel nur solche Gewebe, die aus Pflanzenfasern bestehen, unterzogen. Die

*) Uffelmann, Darstellung des auf dem Gebiete der öffentlichen Gesundheitspflege Geleisteten. Berlin 1878. pag. 597.

Pflanzenfaser ist nämlich gegen die Einwirkung des Chlors ziemlich widerstandsfähig, während thierische Wolle und Seide durch Chlor leicht angegriffen wird.

Die zu bleichenden Gewebe werden vorerst gesengt, indem das ausgebreitete Gewebe über glühende Halbcylinder oder durch das Feuer einer Gasflammenreihe geführt wird. Hiebei werden die vorstehenden Fäden des Gewebes verbrannt. Nun folgt das Entschlichten, d. h. die Entfernung der beim Weben verwendeten Schlichtmasse (meist Kleister) durch Stehenlassen der Waare in warmem Wasser, dann folgt das Kochen mit Kalkmilch oder kaustischen Alkalien zur Entfernung des Fettes. Da sich hiebei Kalkseifen bilden, so werden dieselben durch Behandeln mit verdünnter Schwefelsäure weggebracht, welche Operation man „Säuern" nennt. Hierauf wird das „Bauchen" der Waare in schwachen Laugen vorgenommen, wodurch die anhängende freie Säure entfernt wird. Sodann schreitet man zum eigentlichen Bleichen. Man bringt die Zeuge zuerst in die Bleichflüssigkeit (Lösungen von Chlorkalk oder unterchlorigsauren Alkalien), welche sich in einem ausgemauerten oder mit Blei ausgelegten Bassin befindet und lässt sie mehrere Stunden darin liegen. Hierauf kommen die Zeuge in ein Bad von verdünnter Schwefel- oder Salzsäure. Nun entwickelt sich Chlor und die Bleichung findet statt. Sobald die Bleichung eine genügende ist, werden die Stoffe ausgepresst, dann gründlich ausgewaschen und durch Centrifugalmaschinen, durch Pressen oder in anderer Art vom Wasser grösstentheils befreit. Diejenigen Zeuge, welche nicht gefärbt oder bedruckt werden sollen, werden mit Stärke, Dextrin, weissem Thon, Gyps, Blanc fix u. s. w. gestärkt, dann auf heissen, durch Dampf geheizten Trommeln getrocknet und durch Pressen zwischen kleinen Walzen calandirt.

Man erkennt aus dem Vorstehenden, dass die Chlorbleicherei hinsichtlich mehrerer Betriebsmomente von grosser sanitärer Bedeutung ist. Die Arbeit des Sengens belästigt durch die Hitze des Sengapparates und durch den brenzlichen Geruch der verbrennenden und verkohlenden Gewebsfasern. Lüftung dieser Arbeitsstätten und Anbringung mechanischer Exhaustoren zur Wegschaffung der mit Empyreuma geschwängerten Luft ist deshalb geboten.

Beim Kochen, Bauchen, Waschen, Säuern der Zeuge wird die Luft überaus feucht und bis 40° warm; es entwickelt sich massenhaft ein die Riechstoffe des Flachses, Hanfes u. s. w. enthaltender, Ekel verursachender, stinkender, häufig auch die Augen zu Thränen reizender Wasserdampf, gegen dessen üble Einwirkung die Arbeiter durch Aufstellung der Bauchapparate unter einem gemeinschaftlichen Dampffange und durch eine kräftige Aspiration mittelst eines geheizten Schornsteins einigermassen geschützt werden können, während die Belästigung der Anrainer nur durch eine hinlänglich isolirte Lage der Bleicherei vermeidbar ist.

Behufs vollständigen Abflusses der mannigfachen Abfallwässer der Bleicherei sollten die Arbeitsräume sorgfältig gepflastert

sein und der Boden derselben gegen die Canalmündungen hin abfallen, damit alle Flüssigkeiten gehörig abfliessen können.

Die verschiedenen bei der Bleicherei entstehenden Abwässer pflegt man gewöhnlich „Beuchwässer" zu nennen. Sie sind meist schmutzige, dunkle Flüssigkeiten, die wegen ihres Gehaltes an organischen Substanzen, den sie während der Maceration der Zeuge aufgenommen haben, sehr leicht und sehr rasch in Fäulniss übergehen und dann eine sehr belästigende Luftverpestung bedingen können. Werden sie direct in kleine Wasserläufe abgelassen, so schaden sie der Fischzucht und machen das Wasser zu vielen häuslichen und industriellen Zwecken unbrauchbar.

Betreffs ihrer Reinigung hat sich das Versetzen dieser Abwässer mit Kalkmilch im Ueberschuss in den meisten Fällen bewährt.

Noch sei erwähnt, dass bei dem Einlegen der Zeuge in die Bleichflüssigkeit und beim darauf folgenden Behandeln mit Säuren sehr viel Chlor sich entwickelt, weshalb alle Apparate, in welchen diese Operationen vorgenommen werden, mit einem gut schliessenden Deckel versehen werden sollten, von dem aus ein absperrbares Gasabzugsrohr nach dem Schornstein geht.

Brom- und Jod-Industrie.

Durch die stetig sich steigernde Verwendung von Brom und Jod in der Photographie und zur Herstellung verschiedener Theerfarben gewinnt die Brom- und Jod-Industrie immer mehr an Bedeutung.

Die Mutterlaugen mancher Salinen sind so reich an Brom, dass die Darstellung dieses Körpers daraus lohnend erscheint.

Das Jod wird zum Theil aus jodreichen Salzsoolen, zum Theil aus den Mutterlaugen des rohen Chilisalpeters, endlich aus dem Kelp und dem Varek (der Asche von Seetangen) gewonnen. Jod und Brom wird aus diesen Rohmaterialien in ähnlicher Weise und durch analoge Operationen dargestellt, wie das Chlor aus Kochsalz.

Jod und Brom in Dampfform sind wie das Chlor höchst irritirend wirkende Stoffe. Alle Schleimhäute, mit denen diese Dämpfe in Contact kommen, werden im höchsten Grade gereizt. Längerer Aufenthalt in einer Bromdampf oder Joddampf enthaltenden Luft kann sehr schwere Leiden, auch den Tod zur Folge haben.

Es muss deshalb vom sanitären Standpunkte gefordert werden, dass bei der Darstellung und Verarbeitung des Jod und Broms und der Jod- und Brompräparate nur vollkommen dicht schliessende Apparate und solche Einrichtungen zur Verwendung kommen, durch welche eine vollständige Condensation aller schädlich wirkenden Gase erzielt wird.

Zum Umgiessen des Broms, zum Herausnehmen des Jods aus den Vorlagen sollen geeignete bequeme Apparate, die eine rasche Manipulation gestatten, zur Verfügung stehen.

Die Abwässer der Brom- und Jod-Industrie erheischen eine ähnliche sanitäre Beachtung wie die Rückstände der Chlorbereitung.

Schwefel-Industrie.

Die Gewinnung und Darstellung des Schwefels findet in verschiedener Weise statt, denn die Form, in der die Natur den Schwefel darbietet, ist eine mannigfache.

Man findet den Schwefel in der Natur bald im freien Zustande, bald in Verbindung mit einer grossen Anzahl von Metallen. Der freie Schwefel kommt zuweilen ganz rein vor, gewöhnlich ist er aber mit erdigen Bestandtheilen innig vermischt.

In Gängen und Ablagerungen findet er sich am verbreitetsten auf Sicilien, von wo aus in früherer Zeit fast ganz Europa mit Schwefel versorgt ward. In Sicilien und in einigen Gegenden Italiens geschieht die Gewinnung des Schwefels aus den dortigen schwefelführenden Naturprodueten je nach der Natur des Rohmaterials und der Reichhaltigkeit desselben entweder durch Ausschmelzen oder durch Destillation. Häufig werden die Schwefelerze einfach in grossen Meilern verbrannt, meist aber findet ein Ausschmelzen in gusseisernen Kesseln oder in Schachtöfen statt, wobei als Brennstoff ein Theil des Schwefels selbst dient. Die bei dieser primitiven Einrichtung massenhaft entstehende schweflige Säure verwüstet weithin die Vegetation der Umgebung.

Da diese Industrie bei uns nicht heimisch ist, so erscheint es nicht nöthig, näher die sanitäre Seite derselben zu erörtern. Der Schwefel, der bei uns gewonnen wird, stammt zum grössten Theile aus Pyriten (Schwefelkiesen). Diese bergmännisch zu Tage geförderten Fossilien haben schon in der Grube, ferner beim Liegenlassen auf der Halde, beim Verwittern eine hervorragende sanitätspolizeiliche Bedeutung. Die blossgelegten Lager werden durch den atmosphärischen Sauerstoff oxydirt und zum Theil in lösliche schwefelsaure Salze, zum Theil in freie Schwefelsäure umgewandelt. Indem die freie Schwefelsäure mit theilweise entschwefelten Kiesen in Berührung kommt, entwickelt sie aus diesen Schwefelwasserstoff, wodurch Luft und Wasser der Umgebung verdorben werden können.

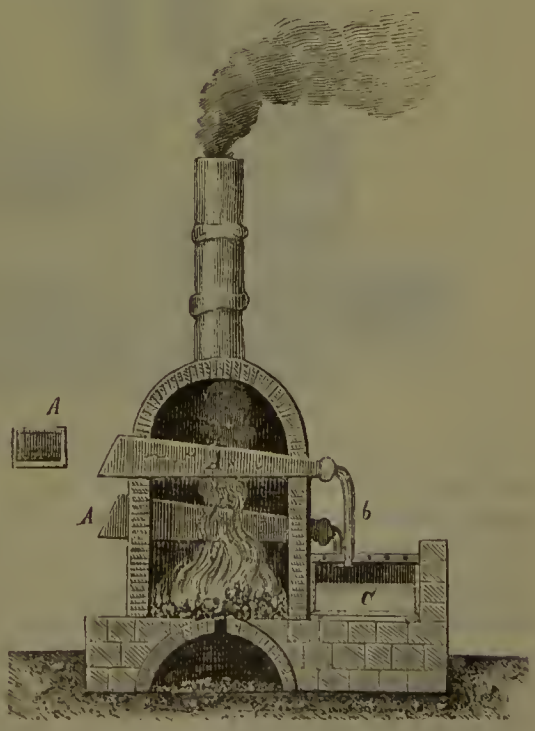
Wenn der Schwefelkies in feiner Vertheilung, z. B. auf Thonschichten oder Braunkohlenschichten sich befindet, so kann es in Folge der rascheu und lebhaften Oxydation des Kieses zu Entzündungen der schwefelkieshaltigen Masse kommen. So gerathen öfter ungeheuere Lager oder angefahrene Strecken oder auf Halden aufgeschichtete Kieshaufen in Brand. Die brennenden Kiesmassen entwickeln hiebei eine bedeutende Menge von schwefliger Säure, durch welche die Cultur weithin zerstört und die Luft verdorben wird. Wegen dieser Gefahren dürfen gewisse schwefelkiesreiche Braunkohlenlager zum Abbau für Brennmaterial gar nicht oder nur unter bestimmten Vorsichten zugelassen werden. Die gewöhnliche Darstellungsweise

des Schwefels aus Schwefelkies (Zweifachschwefeleisen) besteht in einer Destillation. Man ist hiebei im Stande, die Hälfte des im Kies enthaltenen Schwefels zu gewinnen, die andere Hälfte des Schwefels wird nicht frei, sondern bleibt an Eisen gebunden als Einfachschwefeleisen zurück.

Dieser Rückstand wird gewöhnlich in Haufen gelagert und verwandelt sich dann unter dem Einflusse des atmosphärischen Sauerstoffs in basisch schwefelsaures Eisenoxyd und kann als solches auf das unzersetzt gebliebene Einfachschwefeleisen derart einwirken, dass Schwefelwasserstoff entsteht. Auch bei der Legirung dieser aus der Destillation der Schwefelkiese sich ergebenden Rückstände kommen sehr leicht Entzündungen vor. Oft ist man genöthigt, diese Abbrände unter Wasser zu halten.

Diese Abbrände machen der Sanitätspolizei viel zu schaffen. Sie sammeln sich zu sehr grossen Massen an, werden vom Meteorwasser ausgelaugt, geben an letzteres die durch Verwitterung entstandenen löslichen Metallsalze ab und werden so die Ursache der Infection von Brunnen und anderen Wasserspenden. Da die Abbrände von der Verarbeitung des Schwefelkieses bis jetzt nur blos Abfall sind und keine weitere Verwerthung finden, so sollten dieselben zur Vermeidung all der durch ihre Lagerung auf Halden drohenden Gefahren entweder derart vergraben werden, dass das unterirdische Wasser sie nicht erreicht, oder in anderer Weise unschädlich gemacht werden.

Fig. 179.

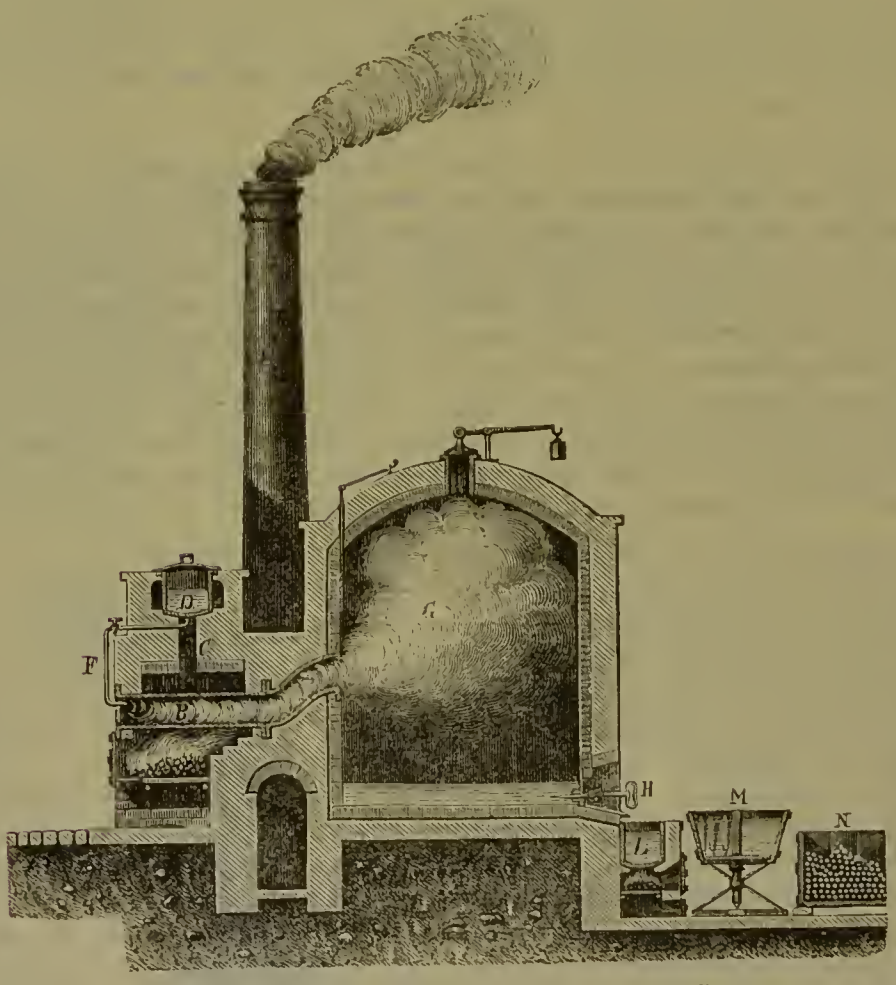


Die Destillation der Pyrite geschieht in conischen Röhren aus feuerfestem Thon (Fig. 179 A), welche geneigt über einer Feuerung liegen. Die untere Oeffnung wird mit einer siebähnlich durchlöcherten Scheibe aus gebranntem Thon verschlossen, welche den Schwefelkies herabzufallen verhindert und doch dem ausgeschmolzenen Schwefel entweder im flüssigen Zustande oder in Dampfform Austritt gestattet. An diesem Ende befindet sich eine thönerne Röhre (*b*), durch welche der Schwefel in eine mit Wasser versehene Vorlage (*C*) gelangt. Die conischen Röhren werden mit gröblich gepochtem Schwefelkies beschickt, mit aufluttirten Thonplatten verschlossen und dann erhitzt. Der in der Vorlage sich ansammelnde Schwefel heisst Rohschwefel, ist von schmutziggelber oder braungelber Farbe, enthält mechanisch beigemengte Unreinig-

keiten, ferner Schwefelarsen und Selenverbindungen. Er wird entweder durch Saigern (Schmelzen) oder durch Destillation, mitunter auch durch combinirtes Saigern und Destilliren gereinigt.

Die Destillation des Rohschwefels geschah in früherer Zeit in Kolben mit thönernen Helmen, die in Galeerenöfen standen. Später ging man zu Schwefelöfen über. Man erhitzt nämlich den Schwefel in gusseisernen Kesseln (Fig. 180 B), die durch einen Canal mit einer gemauerten Kammer *G* in Verbindung stehen. Der

Fig. 180.



in dem Kessel erhitzte Schwefel destillirt in die Kammer, woselbst er sich anfangs zu Schwefelblumen verdichtet, die bei länger fortgesetztem Betrieb schmelzen und sich als flüssiger Schwefel auf dem Boden ansammeln. Durch Oeffnen eines nahe am Boden der Kammer befindlichen Pfropfes *H* wird der flüssige Schwefel abgelassen und gelangt in den Kessel *L*, neben welchem ein in Fächer abgetheilter Drehbottich *M* sich befindet, in welchem der Schwefel zu Stangenschwefel umgeformt wird. Die Schwefelstangen werden in *N* aufgespeichert.

Der aus dem Kessel abdestillirte Schwefel wird von Zeit zu Zeit durch frischen Schwefel ersetzt, welcher in einem zweiten

Kessel *D* geschmolzen wird, der wie ein Vorwärmer durch die abfallenden Verbrennungsgase erwärmt wird. Dieser Schmelzkessel steht durch einen Verschluss mit dem Destillirkessel derart in Verbindung, dass der geschmolzene Schwefel mit Zurücklassung der Rückstände nach Belieben zu jeder Zeit in den Destillationskessel mittelst der Röhre *F* abgelassen werden kann, so dass jede Berührung der äussern Luft mit den heissen Schwefeldämpfen verhütet und dadurch die Gefahr einer Explosion bedeutend vermindert wird.

Will man Schwefelblumen darstellen, so ist das Verfahren das nämliche, nur darf die Temperatur in der Kammer nicht 110° überschreiten, weil sonst der Schwefel schmilzt. Um diese niedere Temperatur zu erhalten, wird die Destillation zeitweilig so lange unterbrochen, bis die Wände der Kammer sich abgekühlt haben.

Man ersieht, dass die bei der Darstellung des Rohschwefels und bei der Rectification desselben zu Stangenschwefel oder Schwefelblumen sich ergebenden sanitären Momente eine bald grössere bald geringere Bedeutung haben werden, je nachdem die Betriebseinrichtungen mehr oder weniger vollkommen sind. Auch hier kommt der allgemeine Satz zur Geltung, dass bei allen Gewerben Verbesserungen in der Technik gleichzeitig von sanitärem Vortheile sind. Je besser das Auftreten freier Schwefeldämpfe verhütet wird, je vollständiger die Condensation ist, je dichter und widerstandsfähiger die Lutirungen sind, je rationeller sich der Betrieb gestaltet, desto mehr werden die aus der Schwefelfabrication entstehenden sanitären Uebelstände vermindert. Eine vollkommene Beseitigung aller Belästigungen ist wohl nicht zu erreichen. Besonders ist es schwierig, die Arbeiter vor jenen Gefahren zu schützen, welche die Entwicklung von schwefliger Säure bedingt, die beim Herausnehmen der mehr oder weniger heissen Abbrände nach dem Erhitzen der Pyrite entsteht. Weiter ist das Ausräumen der Schwefelblumen aus der Condensationskammer wegen des sich hiebei entwickelnden Staubes für die dieses Geschäft besorgenden Arbeiter von um so grösserer Bedeutung, als die rohen Schwefelblumen in der Regel einen bedeutenden Gehalt theils an Arsen, theils an Schwefelsäure aufweisen.

Durch Auswaschen pflegt man die arsenige Säure und die Schwefelsäure aus den Schwefelblumen zu entfernen. Die arsenhaltigen Abwässer dürfen nicht frei an Orten abgelassen werden, wo sie Brunnen oder Trinkwasser verderben könnten.

Verwendung des Schwefels. Der Schwefel findet eine sehr ausgebreitete Verwendung. Man benützt ihn zur Schwefelsäure-Fabrication, zur Bereitung des Schiesspulvers, der Zündrequisiten und Schwefelfäden, zum Schwefeln des Hopfens, des Weines, zum Einpudern des Weinstockes, zur Bereitung der schwefligen Säure, schwefligsaurer und unterschwefligsaurer Salze, des Schwefelkohlenstoffes, zur Herstellung von Zinnober, Mussivgold und verschiedenen Schwefelmetallen, zur Fabrication von Ultramarin, zum Kitten, Vulkanisiren und Hornisiren des Kautschuks, der Guttapercha und zum Bleichen der Wolle, Seide, Stroh- und Korbwaaren.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass solche Arbeiten, die mit Schwefelstaub verbunden sind, sehr häufig Entzündungen der Augenbindehaut hervorrufen.

Schweflige Säure.

Die schweflige Säure tritt, wie dies an vielen Stellen erörtert wurde, als Nebenproduct bei sehr vielen Fabricationszweigen, namentlich bei den metallurgischen Proeessen, bei der Ultramarin-, Alaun-, Glas- und Stearinsäure-Fabrieation auf. Ausnahmsweise findet diese nebenbei entstehende schweflige Säure zu technischen Zweeken Verwendung. So z. B. gibt es gegenwärtig mehrere Hüttenwerke, welche die in denselben abfallende schweflige Säure zu Sehwefelsäure verarbeiten.

Wo die in der Industrie entstehende schweflige Säure nicht verwerthet wird, sondern frei in die Atmosphäre gelangt, so dass letztere hiedureh deutliehe Mengen der sehwefligen Säure enthält, kommen immer sehr erhebliche sanitäre Uebelstände zum Vorschein.

Beim Mensehen zeigt sieh die Wirkung der schwefligen Säure vorerst dureh die Reizung der Respirationswege, durch anhaltendes Husten, dann durch Alteration des Blutes, Eingenommensein des Kopfes, Kopfsehmerzen, Zittern, Brustbeklemmungen und asphyktische Zustände. Häufig werden auch Augenaffeetionen, besonders Conjunetivitis beobachtet.

Aeusserst sehädlieh wirkt die sehweflige Säure auf die Vegetation ein. Laubhölzer und Futterkräuter sind besonders während der Blüthezeit gegen schweflige Säure sehr empfindlieh. Die Hauptursaehe des naehtheiligen Einflusses der schwefligen Säure soll in der Depression der normalen Wasserverdunstung liegen. Dass Nadelhölzer im Allgemeinen weniger als Laubhölzer affieirt werden, erklärt sieh dadurch, dass die Blattfläehe des Nadelholzes weniger sehweflige Säure aufnimmt, als die des Laubholzes. Die Aufnahme von schwefliger Säure konnte bei Laub- und Nadelholz naehgewiesen werden, wenn die betreffenden Zweige in einer Luft verweilten, die nicht mehr als $^1/_{5000}$ ihres Volums an schwefliger Säure enthielt. Lieht, hohe Temperatur und troekne Luft begünstigen ihre Aufnahme und beeinträchtigen am stärksten die Verdunstung. Eine Entfernung von 630 Metern scheint auch die empfindliehste Vegetation gegen die Wirkung von Hüttenraueh, weleher sehweflige Säure enthält, zu schützen, wenn der Schornstein wenigstens 25 Meter hoch ist*).

Wo demnaeh grössere Mengen von schwefliger Säure in die Atmosphäre gelangen könnten, müssen Einriehtungen getroffen sein, die ihre Unschädliehmaehung ermögliehen.

Solehe Mittel sind: Absorption dureh Wasser, Laugen, Glycerin, Kalkmileh u. s. w.; Bindung durch Metalloxyde (Eisenoxyd, Kupferoxyd), Oxydation zu Schwefelsäure durch Braunstein, Bleisuperoxyd in Coaksthürmen, Zersetzung durch Einwirkung von Schwefelwasser-

*) Eulenberg, Gewerbe-Hygiene, pag. 816.

stoff, wobei Schwefel ausgeschieden und Penthathionsäure gebildet wird etc.

Für die Zwecke einzelner Industriczweige und zu gewissen Verwendungen muss schweflige Säure eigens fabriksmässig erzeugt werden, so bei der Bleicherei von Wolle, Thierstoffen, Stroh- und Korbwaaren, bei der Schwefelsäure-Fabrication, bei der Darstellung von Antichlor (schweflig- und unterschwefligsauren Alkalien), bei der Desinfection u. s. w.

Das Bleichen durch schweflige Säure beruht auf einer directen Verbindung der schwefligen Säure mit den Farbstoffen. Die zu bleichenden Gegenstände werden in befeuchtetem Zustande in sogenannten Schwefelkammern aufgehängt oder auf Stative, Etagen u. s. w. gelagert. Der Schwefel verbrennt in eisernen Schalen, welche am Boden dieser hermetisch verschlossenen Schwefelkammern aufgestellt sind. Um die zum Fortbrennen des Schwefels erforderliche Luftmenge zuzulassen, befindet sich in der Thür der Kammer über dem Fussboden eine Schiebethür. Damit die Arbeiter nach erzielter Bleichung den Raum gefahrlos betreten können, muss die noch vorhandene schweflige Säure zuvor vollständig entfernt werden. Es geschieht dies am besten, indem man die Schiebethür öffnet und die Kammer durch ein Rohr mit einem kräftig ziehenden Schornstein in Verbindung bringt. Bei einem grösseren Betrieb können durch die aus dem Schornstein entweichende schweflige Säure die Anrainer und die umliegenden Culturen geschädigt werden.

In solchen Fällen erscheint es nothwendig, die schweflige Säure an ihrem freien Abgehen in die Atmosphäre zu hindern und zwischen Schornstein und Verbrennungsraum wirksame die schweflige Säure absorbirende Mittel derart anzubringen, dass die aus der Schwefelkammer abgesaugte Luft dieselben passiren muss.

Schwefelsäure-Fabrication.

Bei der fabriksmässigen Bereitung der englischen Schwefelsäure entwickelt man schweflige Säure und führt das Gas aus dem Schwefelofen (Fig. 181 *A* und *a*) mittelst der Röhre *B* zuerst in den sogenannten Etagenapparat und dann, gemengt mit überschüssiger Luft in grosse, aus Balken gezimmerte Kammern, welche inwendig mit genau aneinander gelötheten Bleiplatten ausgelegt sind, so dass ein ganz von Blei eingefasster Raum abgeschlossen ist. Solcher Bleikammern gibt es mehrere, gewöhnlich fünf, von denen die mittlere die grösste ist.

Sie stehen unter einander durch weite Bleiröhren in Verbindung. Man leitet zugleich auch Salpetersäure und zwar entweder in flüssiger Form ein, wobei aus Gefässen, die ausserhalb der Bleikammern sich befinden, die Säure abfliesst und sich in der zweiten Bleikammer über terrassenförmig aufgestellte Schalen aus Steingut verbreitet, oder dampfförmig, indem man eine Mischung von Salpeter- und Schwefelsäure mittelst des brennenden Schwefels erhitzt und die Salpeterdämpfe in die Bleikammer einführt; zu

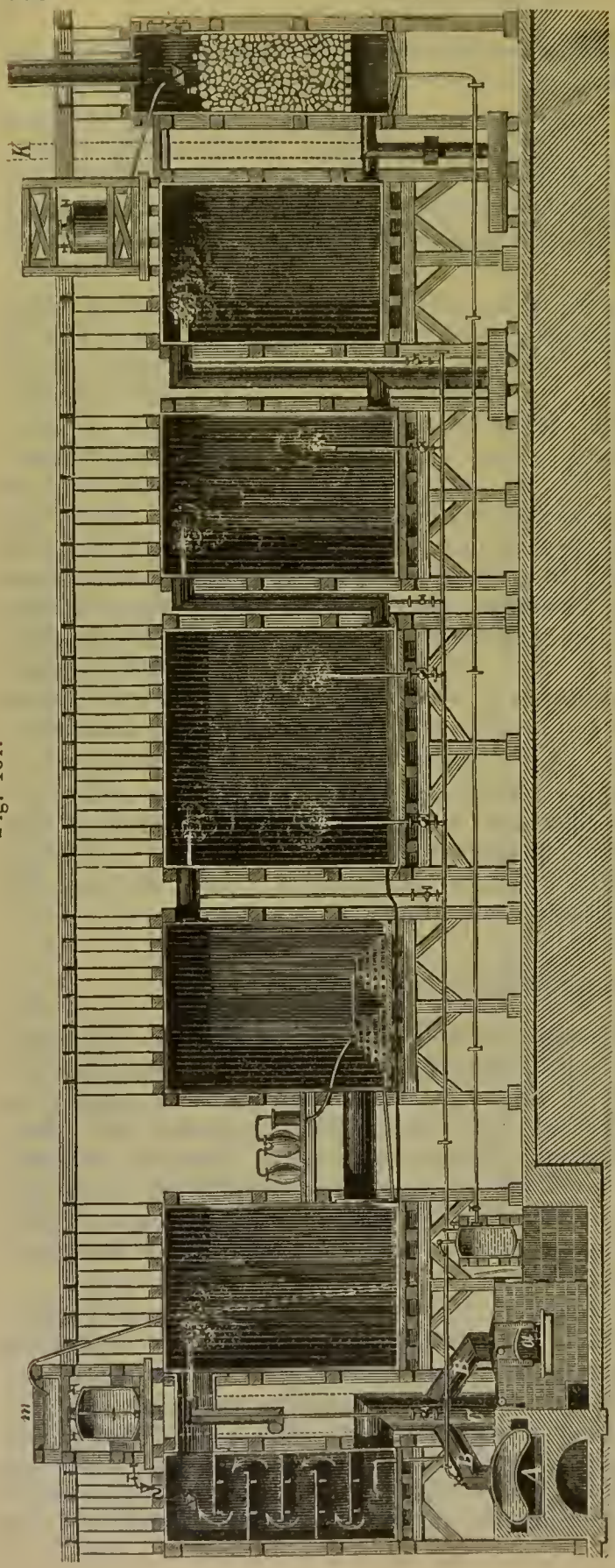


Fig. 181.

gleicher Zeit lässt man auch Wasserdampf in die Kammer eintreten.

Um eine klare Anschauung von dem chemischen Processe, welcher durch die gegenseitige Einwirkung der in die Bleikammer eingeführten Dämpfe und Gase entsteht, zu gewinnen, muss Folgendes in Betracht gezogen werden.

Indem die schweflige Säure auf Kosten des Sauerstoffs der Salpetersäure sich zu Schwefelsäure oxydirt, verwandelt sich die Salpetersäure in Untersalpetersäure. Die Untersalpetersäure zerfällt durch die Gegenwart von Wasser sogleich wieder in Salpetersäure und Stickstoffoxyd; das Stickstoffoxyd nimmt wieder Sauerstoff aus der Luft auf und verwandelt sich in Untersalpetersäure, wodurch immer wieder ein Antheil von Salpetersäure geliefert (regenerirt) wird, so dass man mit kleinen Mengen Salpetersäure grosse Mengen Schwefelsäure darstellen kann.

In den Bleikammern findet also durch Oxydation der schwefligen Säure mit dem Sauerstoff der Salpetersäure die Bildung von Schwefelsäure statt, welche,

mit viel Wasser verdünnt, sich auf dem Boden der Bleikammer ansammelt.

Die verdünnte Schwefelsäure wird anfangs in flachen Bleipfannen eingedampft, bis sie so concentrirt geworden ist, dass sie das Blei angreifen würde, worauf die weitere Concentration in Glasretorten oder Platinretorten geschieht.

Die schweflige Säure zur Fabrication von Schwefelsäure in den Bleikammern kann anstatt durch Verbrennen von Schwefel, durch Verbrennen (Rösten) von Schwefelkies, Kupferkies, überhaupt von kiesigen Erzen erzeugt werden. Auch in Hüttenwerken, wo man kiesige Erze auf Kupfer verarbeitet, die an und für sich entschwefelt werden müssen, lässt sich die auf diese Weise gewonnene schweflige Säure mit Vortheil zur Schwefelsäure-Fabrication verwerthen.

Die Schwefelsäurefabriken in Böhmen waren die ersten, welche die Kiese ihrer Gebirge zur Schwefelsäure-Fabrication anwendeten; als Neapel den Verbrauch des sicilianischen Schwefels durch Erhöhung des Ausfuhrzolles bedeutend belastete, folgte ihnen auch England und verarbeitete die Kiese Irlands. Als aber nach der Ausgleichung der Zolldifferenzen die Wiedereinfuhr sicilianischen Schwefels nach England wieder stattfand, wurde die Benützung der Kiese, wenn auch nicht ganz aufgegeben, so doch sehr eingeschränkt.

Da die Kiese die Kosten eines weiten Transportes nicht zu tragen vermögen, so können sie nur da, wo sie zu Tage gefördert werden und billig zu haben sind (in Böhmen, im Harz), verarbeitet werden. Doch macht der grosse Gehalt der Kiese an Arsen ihre Verwendung zur Schwefelsäure-Fabrication bedenklich. Die Schwefelsäure, welche aus arsenhaltigen Kiesen resultirt, ist mit Arsen in so hohem Grade verunreinigt, dass sie ohne vorherige Reinigung gar nicht verkäuflich ist.

Bei der Schwefelsäure-Fabrication ist demnach die Darstellung der schwefligen Säure besonders dann von grosser sanitärer Bedeutung, wenn der Schwefel aus Kiesen (Pyriten) gewonnen wird. In diesem Falle müssen die bezüglich der Röstung der schwefelhaltigen Erze und bei der Verarbeitung der Kiese erwähnten Vorsichtsmaassregeln (siehe S. 657) strenge beachtet werden.

Bevor die aus Kiesen entwickelte schweflige Säure in die Bleikammern eingelassen wird, muss sie gereinigt werden, und zwar sowohl von mechanisch mitgerissenen festen Substanzen (Flugaschen) als auch von gas- und dampfförmigen Verunreinigungen. Hiezu dienen sogenannte Flugstaubkammen. Es sind dies aus kalkfreien Steinen und Theermörtel hergestellte, mit Scheidewänden versehene Räume, in welchen die Circulation der Dämpfe verlangsamt, und dadurch das Absetzen mitgerissener fremdartiger Theilchen ermöglicht wird. Am schwierigsten gelangt die arsenige Säure, die mit den Dämpfen der schwefligen Säure abgeht, zur Ausscheidung. Um sie zurückzuhalten steht in vielen Etablissements die letzte Flugstaubkammer mit einer Condensationskammer in Verbindung, welche mit grossen, durch einen Wasser-

dampfstrahl befeuchteten Coaksstücken gefüllt ist und durch welche die schweflige Säure vor ihrem Eintritt in die Bleikammer passiren muss. Hier geben die durchgeleiteten Gase einen beträchtlichen Theil der arsenigen Säure und metallisches Arsen ab.

In Folge dieser Reinigung werden die Absätze in den Flugstaubkammern und der Coaks der Condensationskammer arsen- und metallhaltig, weshalb das Ausräumen des Flugstaubes und die Verwendung des Coaks aus den Condensationskammern ganz besonderer Vorsicht bedarf. Auch sollte der verbrauchte Coaks nicht als Brennmaterial verwendet, sondern durch Auslaugen mit Natron von Arsen befreit und die so erhaltene Arsenlösung entsprechend verwerthet werden. Wird bei der Schwefelsäure-Fabrication arsenfreier Schwefel verarbeitet, so sind Flug- oder Condensationskammern entbehrlich.

Das sanitätspolizeiliche Interesse beansprucht ferner jene Einrichtung der Schwefelsäure-Fabrik, durch welche die in der letzten Bleikammer befindlichen Gase und Dämpfe zurückgehalten oder beim Austreten unschädlich gemacht werden. Diese Gase und Dämpfe bestehen aus Stickoxyd, aus Untersalpetersäure und aus schwefliger Säure. Zur Retention der stickstoffhaltigen Verbindungen dienen nahezu allgemein die Gay Lussac'schen Coaksthürme. Es sind das mit Coaks gefüllte Cylinder (Fig. 181 *G*), durch welche von oben nach unten, und zwar aus einer Mariottischen Flasche, concentrirte Schwefelsäure fliesst, während die gasförmigen Stickstoffverbindungen aus den Bleikammern unten in den Thurm geleitet und bei dem Aufsteigen von der herabfliessenden Schwefelsäure absorbirt werden. Die unten abfliessende, mit den Stickstoffverbindungen gesättigte Schwefelsäure gelangt in die Bleikammern zurück, um neue Mengen schwefliger Säure zu Schwefelsäure zu oxydiren. In dem Masse als aus der Mariottischen Flasche *M* die concentrirte Schwefelsäure fliesst, wird durch Dampfdruck neue Schwefelsäure zugeführt. Zur gleichmässigen Vertheilung der Schwefelsäure ist über dem Coaksthurm eine Brause oder ein Segnersches Rad angebracht. Nicht selten werden die Kammergase, bevor sie behufs der Absorption durch die concentrirte Schwefelsäure in den Gay Lussac'schen Thurm geführt werden, durch von aussen gekühlte Leitungsröhren abgekühlt, wodurch sich Wasser abscheidet und die Absorption der Gase eine vollständigere wird.

Durch den Gay Lussac'schen Thurm werden nur die stickstoffhaltigen Gase, nicht aber die etwa noch vorhandene schwefligc Säure zurückgehalten. Letztere findet sich unter den aus der Bleikammer austretenden Gasen nur dann, wenn der Wasserdampf und die Untersalpetersäure unzureichend waren. Es bedarf deswegen nach der Absorption der Kammergase in den Gay Lussac'schen Thürmen keiner weiteren Einrichtung, wenn eine genügende Menge von Salpetersäure und Wasserdampf zur Schwefelsäurebildung zur Anwendung kommt. Die Concentrirung und Weiterverarbeitung der Kammersäure hat keine besondere sanitäre Bedeutung.

Es ist selbstverständlich, dass alle Undichten des ganzen Schwefelsäure-Erzeugungsapparates sofort ausgebessert werden müs-

sen, damit keine sauren Dämpfe in die Atmosphäre gelangen. Ebenso ergibt es sich von selbst, dass die Aufbewahrung, Verpaekung, Versendung, das Auf- und Abladen der coneentrirten Sehwefelsäure, das Umgiessen aus grösseren Gefässen in kleinere mit grosser Vorsicht gesehehen muss und dass hiezu zweekmässige Gefässe und zum Umgiessen Sicherheitsheber benützt werden sollen. Platzt ein Schwefelsäure enthaltendes Gefäss, so muss die versehüttete Säure entweder mit viel Wasser stark verdünnt oder wenn Wasser nicht schnell genug zu haben ist, mit Erde oder Kalksteinpulver bedeckt werden.

Beim Aufbewahren einer grösseren Zahl von mit Schwefelsäure gefüllten Ballons (in Fabriken, Magazinen u. s. w.) sollten dieselben stets auf einer säuredichten Unterlage stehen, welehe etwa ausfliessende Sehwefelsäure auffängt.

Die Verwendung der englisehen Sehwefelsäure ist eine ausserordentlich mannigfaehe. Es gibt nur wenige Industriezweige, welche sie gänzlich entbehren können.

Es ist deshalb der bereits berührte Umstand, dass die Schwefelsäure des Handels sehr häufig arsenhaltig ist, von grosser hygienischer Bedeutung. Der Arsengehalt der aus sieilianischem Rohsehwefel dargestellten Sehwefelsäure ist so gering, dass er übersehen werden kann, desto grösser ist er dagegen in der aus Pyrit oder metallurgisehen Nebenproducten gewonnenen Schwefeläure. Ist nun aueh durch Einführung der oben besehriebenen Flug- und Condensationskammer in das Bleikammersystem ein grosser Theil der beim Rösten sieh bildenden arsenigen Säure aus den gasigen Röstprodueten entfernt worden, ehe dieselben in die erste Bleikammer treten, so ist doch der Arsengehalt der Pyritsäure immer noeh ein namhafter und beträgt in 1 Kilogramm Sehwefelsäure bis 1·3 Gramm arseniger Säure. Verwendet man solche Säure zur Sodafabrication, so wird das Arsen dureh die späteren Phasen des Sodaprocesses eliminirt; wohl aber gibt es zahlreiehe Anwendungen der Schwefelsäure, bei welchen die Gegenwart des Arsens nieht zulässig ist. Es liegt auf der Hand, dass die Schwefelsäure, welehe bei der Fabrication techniseh-pharmaceutiseher Präparate (Weinsäure, Citronensäure) oder bei der Erzeugung von Nahrungsmitteln (Essig, Kartoffelzueker, künstliche Säuerlinge, Dextrin) oder gewisser Gebrauchsgegenstände (Leim, Pergamentpapier) verwendet wird kein Arsen enthalten soll.

Zur Entfernung des Arsens aus der Sehwefelsäure wenden die Fabriken am häufigsten Schwefelwasserstoff, hie und da aber auch Sehwefelbaryum oder Natrium- und Baryumthiosulfat an. Das ausgefällte Sehwefelarsen wird auf gelbes Arsenglas (Operment) verarbeitet.

Die rauehende Sehwefelsäure oder das sogenannte Nordhäuseröl ist eine Auflösung wasserfreier Schwefelsäure in dem ersten Sehwefelsäure-Hydrat. Sie wird durch Erhitzen von ealeinirtem Eisenvitriol dargestellt. Durch die Calcination wird das Eisenvitriol in basisch-schwefelsaures Eisenoxyd übergeführt und letzteres zerfällt bei höherer Temperatur in freiwerdende Schwefelsäure nnd rüek-

bleibendes Eisenoxyd (Colcothar). Ausserdem entwickelt sich bei der Darstellung des Nordhäuseröles stets eine gewisse Menge von schwefliger Säure, und zwar um so mehr, je weniger sorgfältig die Calcination vorgenommen wurde.

Wo die schweflige Säure zu begründeten Klagen Anlass gibt, müsste man dieselbe dadurch unschädlich machen, dass man die Vorlagegefässe mit Einrichtungen in Verbindung bringt, durch welche die schweflige Säure vor ihrem Austreten in's Freie oder in den Sehornstein absorbirt, gebunden oder zerstört wird (Seite 658). Vom sanitätspolizeilichen Standpunkte muss auch hier die vollkommene Dichtheit des Apparates und die Beobachtung der nöthigen Vorsichtsmaassregeln beim Verkehr mit der Säure gefordert werden. Die rauchende Schwefelsäure hat eine sehr beschränkte Verwendung. Sie wird meist nur zum Auflösen von Indigo benutzt.

Schwefelkohlenstoff.

Der Schwefelkohlenstoff findet gegenwärtig in der Technik eine ausgedehnte Verwendung. Seine fabriksmässige Darstellung, Aufbewahrung und Verarbeitung hat eine hervorragende sanitäre Bedeutung.

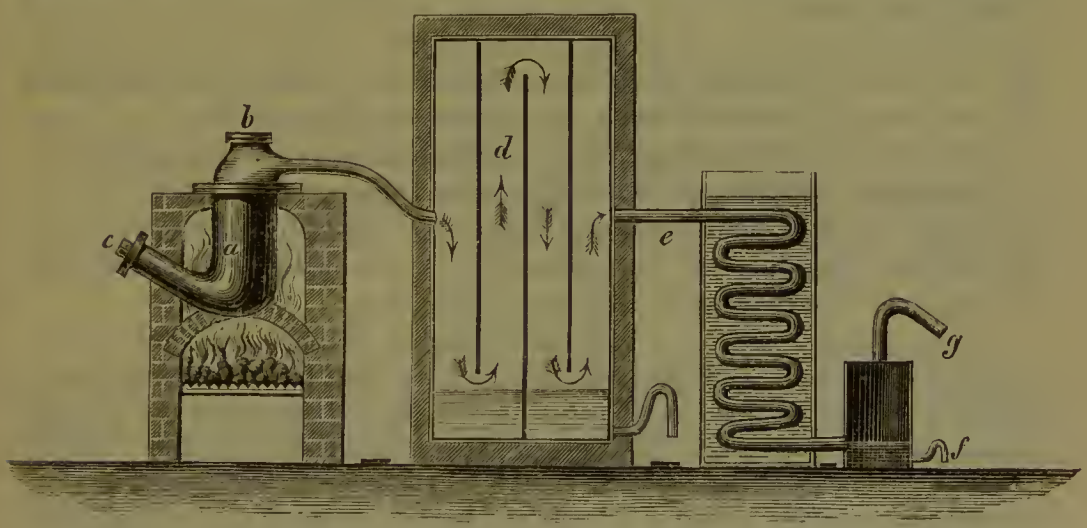
Bei seiner fabriksmässigen Bereitung werden gusseiserne Cylinder mit Holzkohlen gefüllt und in einem Ofen erhitzt. Zeitweise bringt man durch eine seitlich vom Boden der Cylinderretorte abgehende Röhre (Fig. 182 *c*) Schwefelstücke ein oder führt (was zur Vermeidung der Belästigung des Arbeiters durch die aus dem Rohre beim Eintragen des Schwefels aufsteigenden Dämpfe weit vortheilhafter ist) Dämpfe des trockenen Schwefels zu. Der Schwefel verbindet sich bei der Hitze der Retorte *a* mit der glühenden Kohle zu Schwefelkohlenstoff, welcher nebst Kohlenoxyd, Kohlensäure, Sumpfgas und Schwefelwasserstoff in einen Condensationskasten *d* geleitet wird, in welchem die Dämpfe durch darin angebrachte Scheidewände gezwungen werden, sich schlangenförmig fortzubewegen, wodurch sich der Schwefelkohlenstoff leichter verdichtet, und in dem am Boden des Condensationskastens befindlichen Wasser zum grössten Theil untersinkt. Die nicht verdichteten Gase entweichen durch ein zinnernes Rohr *e*, welches schlangenförmig durch ein Kühlfass geht, in einen zweiten Kasten, in dem sich der bisher noch nicht verdichtete Schwefelkohlenstoff condensirt, während die übrigen Gase durch ein besonderes Rohr an der Decke des zweiten Sammelkastens *g* ausströmen, um in die Feuerung zu gelangen und daselbst verbrannt zu werden.

Damit die Gase ohne Gefahr der Explosion verbrennen können, legt man in die zur Feuerung abgehende Röhre ein Drahtbündel oder man verbindet das Ableitungsrohr mit einem viel weiteren Steingutrohr, das vertical in den zur Feuerung des Sehornsteins führenden Canal eingemauert ist. Bei der letzteren Einrichtung werden alle Dämpfe und Gase mit sehr viel Luft vermischt in die Feuerung gelangen, wodurch die Explosion vermieden wird. In sanitärer Beziehung ist noch die Art und Weise, wie die

Entfernung der Rückstände von Kohle und Schwefel aus den Retorten vorgenommen wird, von Wichtigkeit, da hiebei, namentlich wenn die Retorten noch heiss sind, sehr viel Gestank entsteht und Arbeiter und Anrainer belästigt und gefährdet werden. Vor Allem sollte dafür gesorgt sein, dass die Ausleerung stets erst nach erfolgter hinlänglicher Abkühlung der Retorten erfolgt und dass hiebei die Arbeiter in Kalkmilch getränkte Schwämme vor Mund und Nase befestigt haben. Man hat auch versucht, die Retorten so einzurichten, dass sich deren Rückstände nach Beendigung des Processes in einem freien Raum, also wie in einem Aschenfall ansammeln.

Die Aufbewahrung des Schwefelkohlenstoffes, seine Versendung, überhaupt der Verkehr mit ihm ist in feuer- und gesundheitspolizeilicher Beziehung sehr beachtenswerth. Schwefelkohlenstoff entwickelt sehr leicht Dampf, ist leichter als Aether entflammbar, explodirt mit Luft oder Sauerstoff gemischt.

Fig. 182.



Eine schwefelkohlenstoffhaltige Luft erzeugt anfangs Kopfschmerz, Schwindel, schwankenden Gang, Schwere und Kältegefühl in den Beinen, bewirkt Ekel, Erbrechen, schmerzhaften Stuhl und Verdauungsstörungen, verursacht Jucken und Kribbeln an den Händen, erhöhte Empfindlichkeit der Haut, alterirt das Nervensystem, ruft eine ärgerliche Stimmung, grosse Reizbarkeit gegen Geräusche, Schlaflosigkeit, selbst Manie hervor. Dann folgt das Stadium der Depression, die sich durch Anästhesie der Haut, Gedächtnissschwäche, Muskelschwäche, Verlust des Coordinationsvermögens äussert *).

Die Verwendung des Schwefelkohlenstoffes zur Kautschukfabrication und zur Extraction der Fette, Harze, Oele u. s. w. ist deshalb von hervorragender sanitätspolizeilicher Bedeutung.

Es muss als Grundsatz aufgestellt werden, dass der Schwefelkohlenstoff in Fabriken, wo er in grossen Mengen verwendet wird, sich stets in vollständig geschlossenen Gefässen befinde, dass das Umleeren desselben immer durch Luftdruck stattfinde, dass

*) Eulenberg, Gewerbehygiene 363.

alle Fabrikslocalitäten sorgfältig ventilirt werden und dass namentlich, da der Schwefelkohlenstoffdampf schwer ist und leicht zu Boden fällt, die Aspiration der Bodenluft bewirkt werde. Mit Rücksicht auf den letzt erwähnten Umstand empfiehlt sich auch das Bestreuen des Bodens mit Kalk, welcher die Schwefelkohlenstoffdämpfe rasch absorbirt. Selbstverständlich darf das Entleeren der Schwefelkohlenstoffgefässe nicht bei Flammenbeleuchtung vorgenommen und kein Local, wo durch Bruch der Gefässe oder aus anderen Ursachen Schwefelkohlenstoff zur Verdampfung kam, ohne Vorsicht betreten werden.

Schwefelwasserstoff.

Industrielle Verwendung findet der Schwefelwasserstoff (von chemischen Laboratorien abgesehen) bei der Reinigung der rohen Schwefelsäure von Arsen und bei der Schwefelregenerirung aus den Sodarückständen.

Zum Zwecke der Arsenbefreiung der rohen Schwefelsäure wird der Schwefelwasserstoff aus Schwefeleisen und Salzsäure oder durch Kochen von Schwefelantimon mit Salzsäure dargestellt.

Bei der Entschweflung der Sodarückstände wird meist das als Nebenproduct abfallende Schwefelwasserstoffgas verwendet.

Sehr gering ist die Anwendung des Schwefelwasserstoffes zur Herstellung gewisser Schwefelmetalle (Antimonzinnober) zum Versilbern der Zündhölzchen und zum Bleichen.

Dagegen entsteht der Schwefelwasserstoff bei sehr vielen industriellen Processen, namentlich bei der metallurgischen Verarbeitung der Erze, beim Kochen des vulkanischen Kautschuks, bei der Leuchtgaserzeugung, in Stärke-, Zucker-, Malz-, Schwefelkohlenstoff-, Leder-, Dünger-, Ammoniak-, Berlinerblau-, Soda-, Spodium-, Paraffin-, Petroleum-, Ultramarin-, Zündhölzchenfabriken etc., beim Flachs- und Hanfrösten und überhaupt bei der Fäulniss organischer Körper.

Die physiologische Wirkung des Schwefelwasserstoffes ist eine so bedeutsame, dass alle jene Momente, durch welche eine schwefelwasserstoffhaltige Luft entsteht, für die Hygiene von höchstem Interesse sein muss. Auf experimentellem Wege ist nachgewiesen worden, dass eine Luft, die nur $^1/_{200}$ Volumen an Schwefelwasserstoff enthält, Thiere tödtet. Es ist sichergestellt, dass das Schwefelwasserstoffgas Veränderungen in Blutfarbstofflösungen hervorruft, die Streifen des Oxyhämoglobins zum Verschwinden bringt und durch den sauerstofffreien Absorptionsstreifen ersetzt. Die in Folge der Einathmung von schwefelwasserstoffhaltiger Luft entstehenden Affectionen verlaufen entweder acut oder chronisch. Bei der acuten Vergiftung, die eintritt, wenn Personen plötzlich von einem starken Strom des Schwefelwasserstoffgases getroffen werden (in Folge plötzlich entstandener Undichtigkeit von Apparaten, die Schwefelwasserstoff enthalten) stürzen die Betroffenen oft, wie von einer Kugel getroffen, zusammen, die Glieder sind starr und unbeweglich, die Augen verdreht, die Brust röchelt. In weniger stür-

misch verlaufenden Fällen klagt der Kranke erst über Magenbeschwerden, Uebelsein, faulig riechenden Ructus, Schwindelgefühl, Kopfschmerz, bei fortlaufender Inhalation treten später Krämpfe und asphyktische Zustände auf. Werden die Betroffenen aus der schädlichen Atmosphäre rechtzeitig entfernt, so kehrt das Bewusstsein in kurzer Zeit, oft nach einigen Minuten wieder und der Erkrankte erholt sich nach wenigen Stunden, längstens nach 1—2 Tagen. Zu erwähnen ist die Beobachtung, dass zuweilen mit der Wiederkehr des Bewusstseins und der Beweglichkeit der Glieder die heftigste Tobsucht eintritt. — Die chronische Vergiftung charakterisirt sich durch allgemeine Schwäche, Verdauungsschwächung, Schwindel, Brechneigung; auch wird Reizung der Sehorgane häufig beobachtet.

Bei Unglücksfällen durch Inhalation einer schwefelwasserstoffhaltigen Luft sind die rasche Ueberführung in frische Luft, Begiessen mit kaltem Wasser und die Einleitung der künstlichen Respiration die wichtigsten Rettungsmittel. Das vielfach empfohlene Chlor, an und für sich schädlich, sollte weder als Schutzmittel noch als Gegenmittel bei Vergiftungen mit Schwefelwasserstoff zur Anwendung kommen.

Schädliche Einwirkungen des gasförmigen Schwefelwasserstoffes auf die Vegetation sind nicht beobachtet, wässrige Lösungen von Schwefelwasserstoff, den Pflanzenwurzeln zugeführt, haben sich aber nachtheilig erwiesen.

Salpetersäure.

Die Salpetersäure wird durch Zersetzen von Natronsalpeter mit Schwefelsäure und Condensation der hiebei sich bildenden Dämpfe erhalten. Die Verdichtung geschieht in grossen, abgekühlten Steinzeuggefässen. Je grösser die Zahl derselben ist, desto vollkommener erfolgt die Verdichtung. Zur Lutirung benützt man Pferdemist und Thon.

In sanitärer Beziehung sind bei der Salpetersäurefabrication folgende Umstände zu beachten. Es muss die Einrichtung so getroffen sein, dass weder die Beschickung des Zersetzungsapparates mit frischem Rohmaterial, noch die Herausnahme der Rückstände nach beendeter Operation belästigend sich erweise.

In vielen Fabriken dienen zur Erzeugung von Salpetersäure gusseiserne Kessel, die an ihrer oberen Wand eine einzige weite Oeffnung haben, durch welche sowohl der Natronsalpeter als die Schwefelsäure eingebracht wird. Eine solche Einrichtung entspricht sanitären Anforderungen nicht. Es wird nämlich in den Kessel zuerst das Salpetersalz eingetragen und dann Schwefelsäure zugesetzt. Sobald die Schwefelsäure mit dem Salpetersalz in Berührung ist, entwickeln sich massenhaft saure Dämpfe, denen der Arbeiter während der ganzen Zeit der Beschickung ausgesetzt ist.

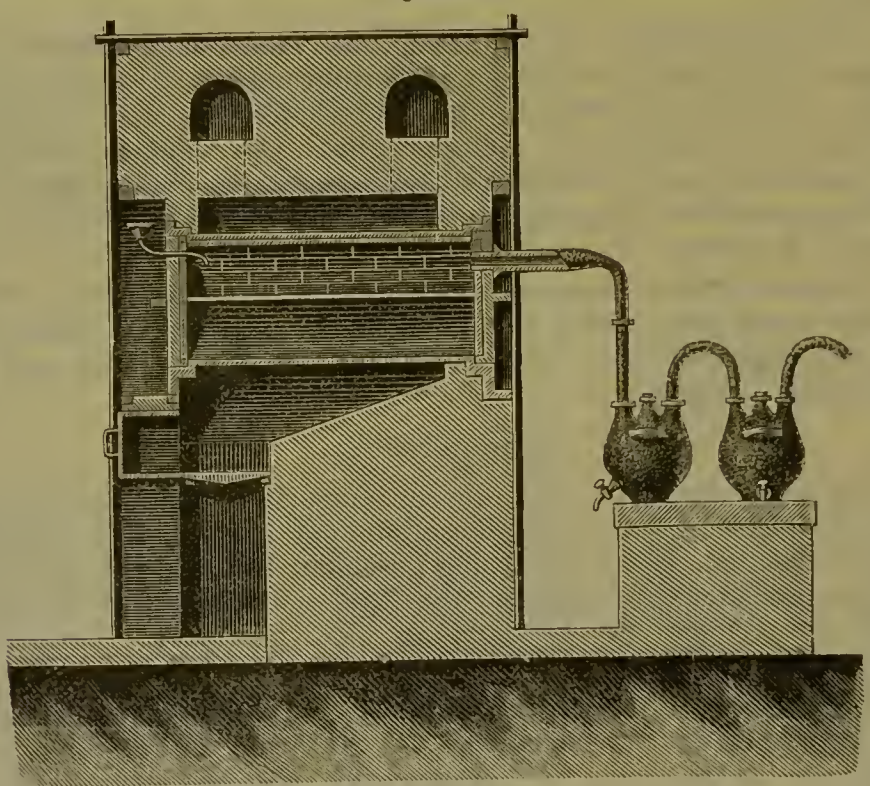
Besser ist jenes Verfahren, bei welchem die Salpetersäure-Erzeugung in Cylindern von Gusseisen (Fig. 183) vorgenommen wird. Hiebei wird nach stattgefundener Eintragung des Salpeter-

salzes mittelst eines S-förmigen Trichterrohres die Schwefelsäure in die Retorte eingegossen und bei Beginn der Operation die Oeffnung, durch welche der Trichter gesteckt wird, mit Thon verdichtet.

Um nach beendetem Processe das flüssige Natriumsulfat ausleeren zu können, bringt man in neuerer Zeit am untern Theile des Cylinders ein Ausflussrohr an, welches während des Betriebes mit einem Stöpsel von Gusseisen versehen und sorgfältig mittelst Thon gedichtet ist.

Es muss weiter für eine vollständige Lutirung der Apparate gesorgt werden. In dieser Beziehung ist es besonders wichtig, dass alle Gasabzugsröhren eine solche Weite haben, dass eine ungehinderte Ableitung desselben immer stattfindet. Bei zu

Fig. 183.



engen Leitungsröhren wird die Dampfspannung im Apparate zu gross, selbst die besten Lutirungen werden undicht und die sauren Gase treten aus, und belästigen im hohen Grade Arbeiter und Anrainer.

Ferner muss für eine vollständige Condensation aller sauren Dämpfe gesorgt sein, so dass aus der letzten Vorlage keinerlei bedeutsame Gase in's Freie gelangen.

Zu diesem Zwecke leitet man in vielen Fabriken die Gase aus der letzten Vorlage in Apparate, die dem Gay Lussac'schen Coaksthurme ähnlich sind, und gewinnt so die noch etwa entweichende Untersalpetersäure. Wo man den Coaksthurm nicht benutzen kann oder nicht benutzen will, sollten für die Unschädlichmachung der austretenden Gase absorbirende Mittel (Bleiglätte, Soda) in Anwendung kommen. Sanitär unstatthaft und ökonomisch unpraktisch ist es, die in den Vorlagen nicht absorbirten sauren Dämpfe in die Feuerung zu führen.

Die Aufbewahrung der Salpetersäure und der Verkehr mit Salpetersäure erfordert die gleiche Vorsicht, wie bei der Salz- oder Schwefelsäure.

Die Verwendung der Salpetersäure in der Industrie ist eine sehr grosse und fortwährend an Ausdehnung zunehmende. Sie dient zur Darstellung der Schwefelsäure, der Pikrinsäure, des Nitrobenzols, des Nitroglycerins, der Nitrocellulose, der salpetersauren Metalle, des Königswassers, zum Bleichen und Härten des Talges, als Beize beim Vergolden von Kupfer, Messing, Bronze, zur Bereitung des Secretage der Hutmacher, als Reservage in der Färberei, zum Aetzen von Kupfer, Stahl und Stein, zur Darstellung der Eisenbeize, zum Zugutemachen der Krätze (des Kehrichts der Goldarbeiterwerkstatt) u. s. w.

Bei der industriellen Verwendung der Salpetersäure findet in der Regel eine Zersetzung derselben statt und durch diese Zersetzung bilden sich verschiedene stickstoffhaltige Gase und Dämpfe, die eine sehr nachtheilige Wirkung auf den Organismus äussern. Unter den verschiedenen Stickstoffsäuren wirkt die salpetrige Säure am schädlichsten auf die Respirationsorgane ein. Sie ist von ausserordentlich reizender Wirkung auf die Schleimhaut der Nase, der Bronchien und der Trachea und bedingt die Absonderung eines wässerigen, gelblichen Schaumes, der die feineren Bronchialzverweigungen rasch ausfüllt und einen anstrengenden Husten, und bei heftiger Einwirkung acutes Lungenödem, Erstickung und Asphyxie veranlasst. Zu dieser localen Reizung treten noch die Veränderungen des Blutes hinzu, welche durch den rasch erfolgenden Eintritt der salpetrigen Säure in den Kreislauf bedingt sind und in rascher Oxydation der organischen Substanzen bestehen. Aehnlich der salpetrigen Säure wirkt auch die Untersalpetersäure und auch die unzersetzte Salpetersäure auf den Organismus. Auf die Pflanzen wirken diese Stickstoffsäuren ebenfalls schädlich ein, und zwar einerseits durch ihre ätzenden Eigenschaften und weiter durch die Fähigkeit, die Chloride der Pflanze zu zersetzen und Chlor frei zu machen, welches das Chlorophyll zerstört und die Blätter bleicht*).

Die Gefährlichkeit der Dämpfe der Salpetersäure, Untersalpetersäure und der salpetrigen Säure, sowie auch des ähnlich wirkenden Stickoxydes macht es nothwendig, dass alle Operationen der Industrie, bei welchen diese Dämpfe in grösserer Menge zur Entwicklung kommen unter Anwendung von Schutzmaassregeln stattfinden. Stets wird man auf Separirung jener Räume, in denen mit Salpetersäure manipulirt wird, von den übrigen Fabrikslocalitäten, ferner für eine kräftige Ventilation der Werkstätten, für raschen Abzug der sich entwickelnden Dämpfe durch kräftig ziehende Essen, für dichten Verschluss aller Apparate, die Salpetersäure enthalten, u. s. w. sorgen müssen.

*) Eulenberg, Lehre der schädlichen Gase, p. 253.

Achtes Kapitel.

Verwerthung und Verwendung der Kohle.

Verwendung der Kohle als Heizmaterial.

Die verschiedenen Kohlensorten, insbesondere Steinkohle, Braunkohle, Torf und Holzkohle dienen als Brennmaterial. Das Product, das sich bei der Verbrennung bildet, ist der Rauch. Er enthält ausser der Kohlensäure, dem Endproduct der Verbrennung des Kohlenstoffs, noch eine Menge empyreumatischer Substanzen, als Kreosot, Brandharze, Theerbasen u. s. w., sowie auch unverbrannten Kohlenstoff. Diese verschiedenartigen Bestandtheile, soweit sie feste Aggregatform annehmen können, nennt man Russ. Die Menge des im Rauche vorhandenen Russes kann unter Umständen eine sehr beträchtliche sein und in Folge dessen kann der Rauch sehr erhebliche Belästigungen hervorrufen. Ob ein Schornstein stark oder wenig russt, hängt hauptsächlich von der Beschaffenheit des Brennmaterials und von der Einrichtung der Feuerung ab. Für die Gewerbe-Hygiene hat insbesondere die Dampfkesselfeuerung ein hervorragendes Interesse.

Für die Einrichtung einer Kesselfeuerung ist vor Allem ein Rost und ein Aschenfall erforderlich, weil ausserdem eine vollständige Verbrennung nicht erzielt werden kann. Der Rost besteht aus mehreren in bestimmter Entfernung von einander parallel liegenden Eisenstäben. Die Grösse des Rostes richtet sich nach der Grösse des Dampfkessels. Grosse Roste haben vor den kleinen den Vorzug, dass der Zug der Luft durch das Brennmaterial wenig vermindert wird und die Roste sich nicht so leicht verstopfen. Auch braucht das Einfeuern nicht so oft vorgenommen zu werden, wodurch an Arbeit gespart wird. Bei kleinen Rosten findet dagegen die Verbrennung lebhafter und vollkommener statt. Der Feuerraum zwischen der Herdsohle (dem Roste) und dem Kessel muss eine bestimmte Dimension haben, um eine entsprechende Menge von Brennmaterial aufnehmen zu können. Ist die Quantität des jedesmal einzubringenden Brennmaterials zu klein, so muss oft geschürt und die Feuerthüre oft geöffnet werden; dadurch werden häufig kalte Luftströmungen erzeugt, welche die Temperatur unter dem Kessel erniedrigen und unter starker Rauchbildung Wärmeverluste herbeiführen. Ist dagegen die Menge des aufgegebenen Brennstoffes zu gross, so wird der Luft der Durchgang erschwert und die Verbrennung eine unvollkommene. Bei zu niedrigem Feuerraum wird die Flamme gedämpft, und es findet die Verbrennung nur sehr mangelhaft statt, so dass sich viel russender Rauch entwickelt. Bei zu hohem Feuerraum geht viel strahlende Wärme verloren. Je vollkommener die Verbrennung stattfindet, je mehr aller Kohlenstoff in Kohlensäure und gasförmige Producte umgewandelt wird, desto weniger enthält der durch die Verbrennung resultirende Rauch unverbrannte Kohlenstoffpartikelchen, Russ.

Zu einer möglichst vollständigen Verbrennung der Brennmaterialien ist weiter die Regulirung des Zuges (d. h. der Quantität der zur Feuerung zuströmenden Luft) von der grössten Wichtigkeit. Diese kann zunächst durch eine zweckmässige Construction der Schornsteine erreicht werden. Diese Schornsteine sollen zur Vermeidung jeder Reibung im Innern ganz glatte Flächen haben und von aussen ganz dicht sein. Ihre Höhe und Weite soll in einem bestimmten Verhältnisse zur Rostfläche stehen und zwar kann man im Allgemeinen annehmen, dass der Quadratinhalt des Querschnittes des Kamins wenigstens das Doppelte vom Quadratinhalt der Summe der Rostzwischenräume betragen muss. Die Zugkraft des Schornsteins wächst mit der Höhe desselben. Wenn die Mündung des Schornsteines die höchsten benachbarten Gebäulichkeiten überragt, ist die Zugkraft des Kamins eine gleichmässigere und weniger vom Winde abhängende. Eine grössere Höhe des Schornsteins begünstigt demnach nicht blos die bessere Verbrennung und damit die Verminderung des Russes im Rauch, sie führt auch den Rauch in höhere Luftschichten, wodurch er beim Herabfallen viel mehr verdünnt wird. Wo die Erhöhung des Schornsteines nicht ausreicht, um den gewünschten Zug hervorzubringen, lässt sich durch Verminderung des Spatiums zwischen den Roststäben nachhelfen. Wäre auch dann noch die Luftzufuhr ungenügend, so kann ein Gebläse zur Anwendung kommen.

Die bitumenreichen Kohlen liefern selbst bei verhältnissmässig gut construirten Feuerungsanlagen einen sehr stark russenden Rauch, der die Umgebung weithin belästigt, ganze Ortschaften schmutzig macht und sogar die Pflanzenvegetation ersichtlich schädigt. Der Russ entwickelt sich besonders dann in beträchlicher Menge, wenn man auf ein in vollem Brennen begriffenes Steinkohlenfeuer frische Steinkohlen wirft. Es entwickeln sich hiebei plötzlich solche Quantitäten brennbarer Gase und Dämpfe von hohem Kohlenstoffgehalt, dass der Sauerstoff der in dem Feuerraume befindlichen Luft zu ihrer vollständigen Verbrennung nicht genügt. Durch die verhältnissmässig kühlen Wände des Dampfkessels und durch die während des Einführens einströmende kalte Luft werden die Verbrennungsproducte abgekühlt, und es verbrennt nur der Wasserstoff dieser Verbindungen zum Theil, während der Kohlenstoff als Russ ausgeschieden und nicht verbrannt wird.

Um einerseits die Nachtheile solchen Rauches zu vermeiden und andererseits an Brennmaterial zu sparen und Heizkraft zu gewinnen, hat man sich seit langer Zeit die Aufgabe gestellt, rauchverzehrende Feuerungen zu construiren.

Die Mittel, durch welche man die Rauch- und Russbildung möglichst zu verhüten sucht, bestehen entweder darin, dass man den Rauch mit bereits in vollständiger Gluth befindlichem Brennstoff zusammenbringt, um ihn zu verbrennen, theils in der Anwendung erhitzter Luft zum Verzehren des Rauches und der Destillationsproducte, theils darin, dass man durch ein gleichförmiges und

beständiges Schüren bei der Feuerungsanlage der Rauchbildung vorzubeugen sucht. Vom sanitären Standpunkte sollten erprobte rauchverzehrende Einrichtungen überall dort, wo Rauchbelästigung besteht oder zu befürchten ist, insbesondere bei allen grösseren Feuerungsanlagen, gefordert werden. Die allgemeine Durchführung dieser Massregel würde von grossem Nutzen sein, da hiedurch die Belästigung durch den Rauchqualm, der viel zur Insalubrität der Fabriksstädte beiträgt, bis zur Erträglichkeit reducirt werden könnte. Doch ist es selbstverständlich, dass die Rauchverzehrer nicht alle Uebelstände der Feuerungsanlagen beheben können, namentlich bezüglich der durch das Verbrennen kieshaltiger Steinkohle mit dem Rauche abgehenden arsenigen und schwefligen Säure selbstverständlich ohne Wirkung sind.

Verwendung der Kohle als Farbe: Russ.

Der Russ wird zur Bereitung der Druckerschwärze, der schwarzen Lacke, überhaupt als schwarze Deckfarbe vielfach verwendet. Er wird deshalb fabriksmässig dargestellt und zwar durch Verbrennen von harzreichem Holz oder von Harzen, fetten und ätherischen Oelen, Theerderivaten u. s. w.

Die Verbrennung muss so regulirt werden, dass dabei nur der am leichtesten entzündliche Wasserstoff verbrennt und der Kohlenstoff als feiner Staub in Form von feinem Russ sich ausscheidet. Man bedarf deshalb dazu besonderer Apparate, die es ermöglichen, die Sauerstoffzufuhr je nach Bedarf zu regeln, und den gebildeten Russ aufzufangen. Letzteres geschieht bald in Kammern, Säcken, bald auf Platten, Schirmen u. s. w. Aus den Russfabriken treten die bei der unvollkommenen Verbrennung entstehenden Gase als Kohlensäure, Kohlenoxyd, Sumpfgas, Leuchtgas, schweflige Säure, Blausäure, Ammoniak, Acetilen und als flüssige Kohlenwasserstoffe verschiedener Art mit Wasserdampf gemengt auf. Auch dieses Gasgemisch ist brennbar, sehr stinkend und kann demnach die Umgegend gefährden und belästigen. Wollte man, um den Gestank zu beseitigen, dieses Gasgemisch der Feuerung zuleiten, um es daselbst zu verbrennen, so droht die Gefahr, dass die Russkammer selbst in Brand gerathe. Die bei der Russfabrication entstehenden Gase und Dämpfe gelangen deshalb in der Regel in's Freie.

Aus diesem Grunde und ferner mit Rücksicht auf den Umstand, dass selbst bei der besten Einrichtung der Russstaub beim Sammeln und Verpacken des Fabricates, beim Chargiren (Beschicken) und Entleeren der Ausglühgefässe unvermeidlich ist und sich weithin in der Umgebung vertheilt, dürfen diese Etablissements nur bei entsprechend isolirter Lage geduldet werden.

Es ist dies umsomehr begründet, als erwiesenermaassen Russfabriken die Vegetation beschädigen; das in der Nähe solcher Fabriken angebaute Getreide liefert niemals ein normales weisses Mehl.

Die in den Russfabriken beschäftigten Arbeiter leiden an einer eigenthümlichen Hautkrankheit, welche der Einwirkung des im Russ enthaltenen Naphthalins zugeschrieben wird. Am häufigsten

erkranken jene in dieser Weise, welche die Verpackung des Russes zu besorgen haben; das Verpaeken geschieht durch Eintreten des Russes in Fässer mit den Füssen. Bei diesen Arbeitern findet man häufig Vereiterung der Talgdrüsen zwischen den Fusszehen, am Schenkel und an den äussern Genitalien, die zu langwierigen Geschwürprocessen führen. Fleissige Reinigung der Haut, häufige Benützung der Seifenbäder sind in dieser Beziehung die besten Schutzmittel.

Leuchtgasfabrication.

Das Leuchtgas ist stets ein Product der trockenen Destillation von kohlenstoffreichen Substanzen. Unter trockener Destillation versteht man das Erhitzen einer Substanz bei Abschluss der Luft. Bei der trockenen Destillation der Kohle, des Holzes, der Harze u. s. w. bildet sich aus den Bestandtheilen dieser Stoffe — Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel — eine überaus grosse Reihe von neuen Producten, die sich ihrer Aggregatform nach in drei Abtheilungen bringen lassen: 1. in gasförmige Körper, darunter das Leuchtgas; 2. in flüssige Producte (Theer und Ammoniak bei der Steinkohlendestillation; Theer, Holzgeist und Essig bei der Holzdestillation) und 3. in feste Rückstände: Coaks, Holzkohle.

Die Erzeugung des Leuchtgases findet in drei auf einander folgenden Operationen: der Destillation, der Condensation und der Reinigung des Gases, statt.

Die Destillation des rohen Leuchtgases geschieht in gusseisernen oder in thönernen Retorten (Fig. 184 *c*), deren Querschnitt meist die Form eines liegenden D hat. Auf die Retorte wird ein eisernes Mundstück geschraubt und vollständig verkittet; dasselbe befindet sich ausserhalb der Feuerung und hat nach oben ein Abzugsrohr, auf welches ein gusseisernes Rohr *(B)* aufgesetzt ist, das zur Leitung des Gases in die erste für mehrere Retorten gemeinsame aus einem horizontal liegenden Rohr bestehende, mit Wasser abgeschlossene Vorlage, Hydraulik, Trommel genannt, dient. Das Mundstück wird nach vollendeter Beschickung der Retorte durch einen Deckel luftdicht verschlossen.

In der ersten Vorlage werden nur wenige Theerbestandtheile abgeschieden; viele condensirbare Stoffe werden hier nicht verdichtet, sondern gelangen in ein System vertikal mit einander verbundener Röhren *(D)*, die auf einem eisernen viereckigen Kasten *(K)* stehen. Hier werden sie so weit abgekühlt, dass das meiste Condensirbare als Theer und Gaswasser sich niederschlägt, zumeist im Kasten sich ansammelt und dann durch bestimmte Leitungen in gut cementirte Cisternen gelangt. Da nach dem Durchgange durch den Röhrencondensator die Dämpfe immer noch theerhaltig sind, lässt man sie zuerst durch sogenannte Scrubber, und dann durch die Reiniger streichen. Als Scrubber *(o)* bezeichnet man Coakscondensatoren, deren Coaks durch Schaukelapparate oder Brausen fortwährend feucht erhalten wird, wodurch das durchströmende Gas eine Waschung erfährt, und nicht nur von den letzten

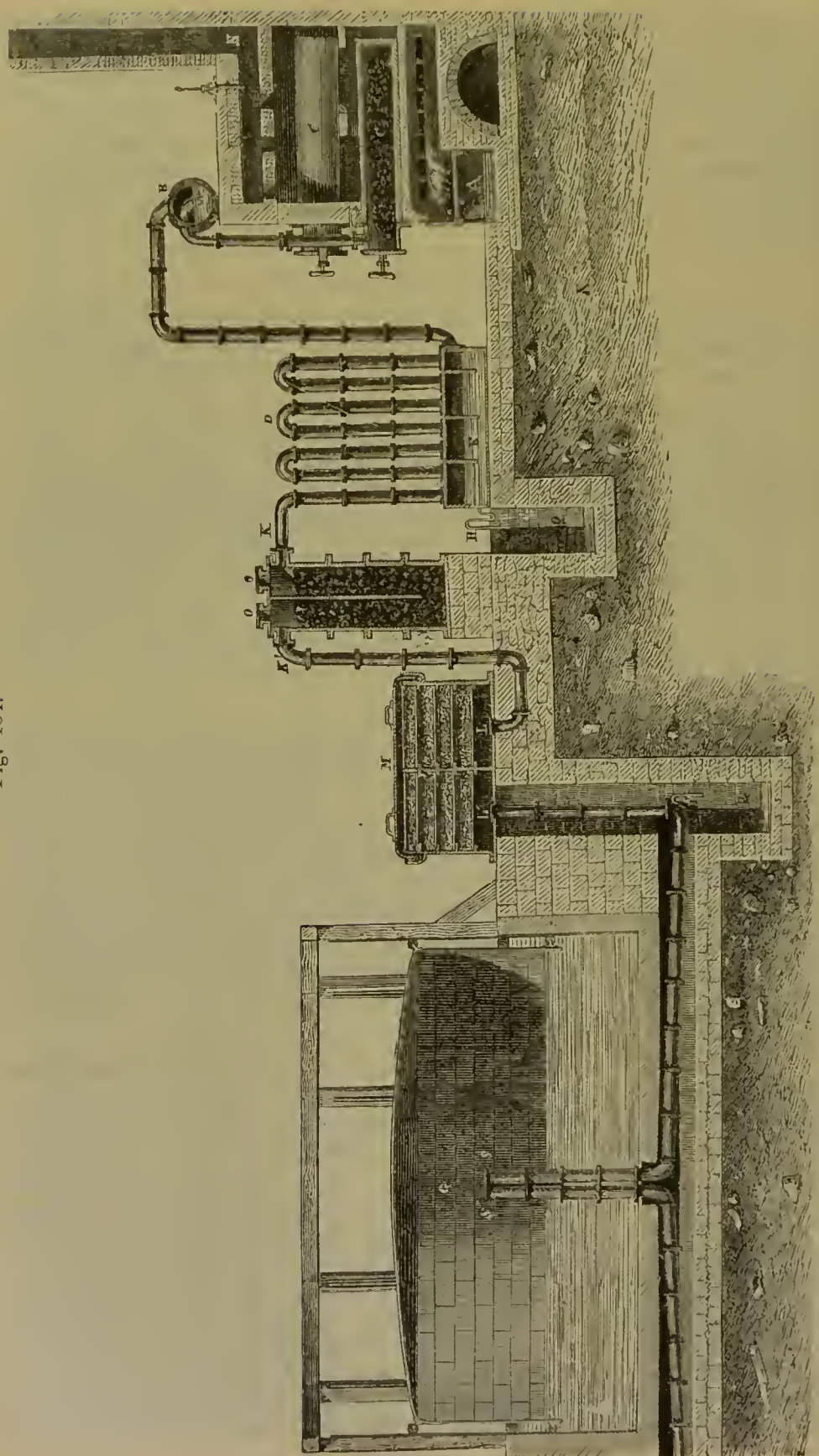


Fig. 184.

Theerresten, sondern auch von einem Theil des Schwefelwasserstoffes und des Schwefelammons befreit wird.

Das Gas wird aus den Condensationsapparaten gegenwärtig nicht mehr unmittelbar in die Reinigungsapparate geleitet, sondern meistens in sogenannte Exhaustoren geführt. Es sind das Apparate, die den Zweck haben, das Gas aus den Retorten abzusaugen. Man hat nämlich erkannt, dass es für die Gasausbeute und für die Beschaffenheit des Gases von grosser Wichtigkeit ist, die flüchtigen Producte der trockenen Destillation möglichst rasch aus dem Bereiche der zersetzenden Einwirkung der glühenden Retortenwände zu bringen.

Die Einführung der Exhaustoren hat auch vom sanitären Standpunkte nicht zu unterschätzende Vortheile; sie setzt den Gasdruck in allen Theilen des Leuchtgasbereitungs-Apparates auf ein Minimum herab und trägt zur Verminderung des Austretens des Leuchtgases durch die allfälligen Poren, Ritzen und Undichten in's Freie wesentlich bei. Als Exhaustoren dienen entweder gewöhnliche Glocken-Exhaustoren oder eine Art hydraulischer Pumpen.

Aus den Exhaustoren tritt das Gas in den Reinigungsapparat ein, um hier von den ihm noch anhängenden verunreinigenden Bestandtheilen befreit zu werden. Es handelt sich hiebei um die Wegnahme solcher gasförmiger Bestandtheile, welche betreffs der Leuchtkraft entweder nichts oder wenig betragen: Wasserstoff, Methylwasserstoff, Kohlenoxyd, oder dieselbe sogar herabsetzen: Kohlensäure, Ammoniak, Cyan, Schwefelcyan, Schwefelwasserstoff, schweflige Säure, geschwefelte Kohlenwasserstoffe u. s. w.

Zwar wurde durch die Verdichtungsapparate und Scrubber ein Theil dieser Gase auf mechanischem Wege schon entfernt, ein Theil davon entzieht sich jedoch der Verdichtung und der Wirkung des Wassers in den Scrubbern und muss daher auf chemischem Wege in den Reinigern auf das Vollständigste entfernt werden. Diese noch vorhandenen Verunreinigungen zeigen eine wechselnde und complexe Zusammensetzung; je nachdem es sich um Entfernung basischer oder saurer Beimengungen handelt, müssen auch chemisch verschieden wirkende Absorptionsmittel zur Anwendung kommen. Bei den neueren Methoden ist die Mischung des Reinigungsmittels so combinirt, dass sie gegen alle in Betracht kommende Verunreinigungen wirksam ist.

Die zum Zurückhalten der Verunreinigungen bestimmten Substanzen befinden sich entweder in Lösung — nasse Reinigung, oder in festem Zustande, aber feiner Vertheilung — trockene Reinigung. Gegenwärtig, namentlich seit Einführung der Laming'schen Masse, ist fast überall die trockene Reinigung gebräuchlich.

Die trockenen Reiniger bestehen fast ausnahmslos aus cylindrischen oder länglich viereckigen, geräumigen Gefässen *(M)*, in welchen mehrere Hürden aus Holz oder Eisen in Zwischenräumen von etwa einem Fuss übereinander eingesetzt sind. Auf diese Hürden wird die zum Reinigen dienende Substanz in Schichten von

einigen Zollen ausgebreitet. Das Gas strömt durch die Reinigungsmittel meist in der Richtung von unten nach oben.

Als Reinigungsmittel diente früher ausschliesslich Kalk, jetzt Laming'sche Masse. Die Anwendung des Kalkes als einziges Reinigungsmittel erwies sich als ungenügend; der Kalk kann wohl Kohlensäure und auch Schwefelwasserstoff entfernen, nicht aber das bei der Beleuchtung sehr störend wirkende Ammon und seine Verbindungen. Um letzteren Stoff zu beseitigen, verwerthet man die Eigenschaft gewisser Metallsalze, Ammon und seine Verbindungen zurückzuhalten. Solche Metallsalze sind Chlormangan, Eisenchlorür, Eisenvitriol u. s. w.

Die Laming'sche Masse, welche Kalkhydrat neben Eisenvitriol enthält und durch Sägespäne zu einer lockeren Masse, die von dem Gase leicht durchdrungen werden kann, geformt ist, hat sich bis jetzt als Reinigungsmittel am besten bewährt. Die Wirkung der Laming'schen Masse wird nachfolgend erklärt: Das Ferrosulfat zerlegt sich mit dem Kalk zu Eisenoxydul (reinem oder kohlensaurem) und Calciumsulfat; ersteres wird durch den freien und den an Ammonium gebundenen Schwefelwasserstoff (des Leuchtgases) in Schwefeleisen verwandelt, während das kohlensaure Ammoniumoxyd und das Ammoniak, sei es auf noch unzerlegten Eisenvitriol, sei es auf den Gyps einwirken und kohlensaures Eisenoxydul oder Kalkerde und schwefelsaures Ammon erzeugen. Das Ammonsalz lässt sich auswaschen. Der Rückstand besteht aus kohlensaurem Kalk, Aetzkalk, Eisenoxydulhydrat und Eisenoxydhydrat und endlich aus Schwefeleisen, welches in Berührung mit Luft zu schwefelsaurem Eisenoxydul wird, das auf's Neue auf den Kalk wirkt, Gyps und Eisenoxydulhydrat bildend. Letzteres wird wieder durch Luftberührung oxydirt und auf diese Weise vielemal regenerirt.

Die verbrauchten Reinigungsmaterialien sind sanitär sehr bedeutsam. Der Gaskalk verhält sich dem Sodaäscher ähnlich. Er entwickelt Schwefelwasserstoff, gibt an meteorisches Wasser lösliche, stinkende Schwefelverbindungen ab und kann so zu Uebelständen bedenklichster Art führen. Für die meisten Gasfabriken ist der Gaskalk eine wahre Last und Pein. Nur eine geringe Menge davon wird in der Gerberei zum Enthaaren verwendet. Als Dungmittel kann der Gaskalk erst dann gebraucht werden, wenn durch hinlänglich langes Lagern an der Luft sein sämmtlicher Schwefel in schwefelsaure Salze umgewandelt ist. Die Abfuhr des Gaskalks in fliessende Wässer ist sanitär unzulässig. Die Fischzucht geht dadurch gänzlich zugrunde, und das Wasser wird zu vielen Zwecken unbrauchbar.

Das einfache Lagern in freier Luft ist ebenfalls gefährlich. Der in Haufen lagernde Gaskalk entwickelt fort und fort Schwefelwasserstoff, der sich der Luft und dem Regenwasser mittheilt, wodurch die Atmosphäre verpestet und das Grundwasser inficirt wird. Selbst zu seiner kurz dauernden, provisorischen Lagerung in der Gasfabrik bis zu seiner definitiven Beseitigung müssen demnach

stets völlig gedeckte und, was besonders nothwendig ist, sehr gut cementirte, dichte Gruben vorhanden sein.

Zur definitiven Unschädlichmachung des Gaskalkes werden mancherlei Verfahren geübt. Man calcinirt ihn in Flammöfen, bis er grösstentheils in Gyps übergegangen ist, man behandelt ihn mit calcinirter Soda und stellt hierdurch unterschwefligsaure Alkalisalze dar, und man versetzt ihn mit Eisensalzen in genügender Menge. Letztere Methode hat sich besonders bewährt.

Seit der Einführung der Laming'schen Masse haben sich die sanitären Calamitäten, welche durch die verbrauchten Reinigungsmittel geschaffen werden, erheblich verringert. Schon deshalb, weil die Laming'sche Masse sich regeneriren lässt und daher öfter wieder benützt werden kann, ergeben sich mancherlei sanitäre Vortheile gegenüber dem reinen Gaskalk. Freilich darf nicht übersehen werden, dass bei der Regeneration der Laming'schen Masse sich ammoniakhaltige, theer- und schwefelreiche Auslaugewässer ergeben, und dass diese und die nach wiederholtem Gebrauch nicht mehr regenerationsfähige Laming'sche Mischung doch wieder bezüglich ihrer definitiven Unterbringung mancherlei Verlegenheiten schaffen kann.

In der Laming'schen Masse sammelt sich durch wiederholte Benützung der Schwefel bis zu 40% an. Man kann sie deshalb in einem besonderen Röstofen zur Erzeugung von schwefliger Säure (etwa behufs Erzeugung von Schwefelsäure) verwerthen. Zugleich entsteht Eisenoxyd, welches von Neuem zur Entschwefelung des Gases verwendet werden kann.

Die bei der Regeneration sich ergebenden Auslaugewässer können wegen ihres Gehaltes an Ammon und Cyancalcium ebenfalls weiter industriell verarbeitet werden. In Paris und in Liesing bei Wien gewinnt man aus diesen Rückständen Blutlaugensalz und Berlinerblau, in Marseille Rhodanammonium u. s. w.

Das gereinigte Gas gelangt in den Gasometer, eine cylindrische Trommel von Eisenblech, die in Wasser umgestürzt ist. Das Sperrwasser sättigt sich mit verschiedenen Gasbestandtheilen und mit Gasgeruch an. Es ist deshalb in sanitärer Beziehung ganz besonders wichtig, dass die ausgemauerten, das Sperrwasser enthaltenden Cisternen vollkommen wasserdicht sind, damit das mit brenzlichen und Theersubstanzen geschwängerte Wasser nicht in den Boden dringt und die benachbarten Brunnen verdirbt. Die gleiche Forderung muss bezüglich der den Theer und das Gaswasser enthaltenden Cisternen gestellt werden.

Durch gute Einrichtungen, durch Umsicht und Ordnung beim Betrieb können die sanitären Missstände einer Gasfabrik auf ein Minimum reducirt werden, wenigstens so weit, dass deren Anlage an der Peripherie der Stadt gestattet werden kann. Freilich ist es unmöglich, jeden lästigen Geruch zu vermeiden, jeder Klage vorzubeugen. Den besten Betriebsmitteln haften noch immer mancherlei Mängel an. Die sorgfältigsten Verschlüsse werden mit

der Zeit undicht und lassen hie und da Gas ausströmen. Das sogenannte Probeziehen (die Reiniger sind mit Hähnen versehen, aus denen man zur Prüfung auf die Reinheit, insbesondere auf den Gehalt von Schwefelwasserstoffgas Gas ausströmen lässt), das Oeffnen der Reinigungskästen und der Destillationsretorten, das Auseinandernehmen einzelner Theile des Apparates behufs ihrer Säuberung und Reparatur, die unvermeidliche Verdunstung der Gaswässer und der Theerabsätze, das Löschen des frischgezogenen glühenden Coaks, die Regenerirung der Reinigungsmittel u. s. w. sind unter allen Umständen Operationen, die nothwendig mit Gestank verbunden sind.

Die Nachbarschaft einer Gasfabrik wird niemals zu den Annehmlichkeiten zählen. Man kann aber eine Gasfabrik nicht in grosse Entfernung von einer Stadt postiren, es würde dadurch die Leitung des Gases für die Consumenten sehr vertheuert, und wegen des hiezu nöthigen Druckes auch sanitär bedenklich werden, da bei erhöhtem Druck der Gasaustritt aus den Leitungsröhren in den Boden, den sie durchziehen, ein grösserer wird.

Doch sollte vom sanitären Standpunkte verlangt werden, dass die Gasfabrik stets mit solchen Einrichtungen arbeite, die sich am besten bewährt haben, und dass sie jede vermeidbare Schädigung oder Belästigung auch wirklich vermeide.

In neuerer Zeit wird Leuchtgas auch aus Harz, Rohpetroleum und fetten Oelen bereitet. Es bilden sich hiebei nur geringe Mengen von Kohlensäure und kein Schwefelwasserstoff, weshalb das auf diese Art erzeugte Gas keiner Reinigung bedarf. Es ist demnach auch die Menge der bei dieser Fabrication sich ergebenden Rückstände eine unbedeutende, und ebenso ist eine Belästigung durch unangenehme Gerüche kaum wahrnehmbar, so dass man diese Anlagen in der Regel an jedem Orte gestatten kann. Solche Oelgasfabriken bestehen gegenwärtig schon mehr als tausend und eignen sich dieselben besonders für mittlere und kleine Städte, für Fabriken, Bahnhöfe, Kranken- und Irrenanstalten, Landhäuser u. s. w.*)

Das aus dem Gasometer zur Consumtion zugeführte Leuchtgas enthält noch immer kleine Mengen solcher Bestandtheile, die der Leuchtkraft nicht nützlich und auch vom sanitären Standpunkt nicht erwünscht sind. Das meiste Leuchtgas enthält mehr oder weniger wechselnde Mengen von Ammoniak, schwefelhaltigen Kohlenwasserstoffen, Kohlenoxyd, Wasserstoff, Stickstoff.

Die toxischen Effecte der Respiration des gereinigten Leuchtgases werden gegenwärtig nur auf das Kohlenoxyd bezogen, und es stimmen in der That die Erscheinungen der Vergiftungen mit Leuchtgas im Allgemeinen mit denen des Kohlenoxydgases überein. Das Krankheitsbild wird nur durch die übrigen Leuchtgasbestandtheile modificirt. Je unreiner das Gas ist, namentlich je reicher es an geschwefelten Kohlenwasserstoffen ist, desto rascher tritt auch der Tod ein. Der Gehalt an Ammoniak, Kohlensäure und Schwefelwasserstoff im Leuchtgas ist zu gering,

*) Wagner, Lehrbuch der chem. Technol. Leipzig. 1880, p. 1006.

als dass ihm eine hervorragende Einwirkung zugeschrieben werden könnte.

Die Giftigkeit des Leuchtgases erfordert im sanitären Interesse vor Allem eine dichte Gasleitung. Undichte Röhren machen sich nicht immer an Ort und Stelle des Leckes bemerkbar, oft strömt das Gas, ein directes Aufsteigen durch eine dichte Ueberlage (Steinpflaster, gefrorenen Boden) umgehend, in weite Entfernungen, dorthin, wo es den geringsten Widerstand findet. Auf diese Art inficirt es nicht selten Wohnungen, in denen aller Gasconsum fehlt. Auch Brunnen werden häufig dadurch verdorben.

Wo ausströmendes Leuchtgas mit der Pflanzenvegetation in Berührung kommt, wirkt es gleichfalls nachtheilig und bringt die Gewächse zum Absterben. Die Kugelakazien, der Götterbaum sind gegen Leuchtgas empfindlicher als die Birke, der Ahorn.

Man hat zum Schutze der Vegetation gegen Leuchtgas-Ausströmungen vorgeschlagen, die Gasleitungsröhren in ein weiteres concentrisches Röhrensystem einzulegen. In dem dadurch gebildeten Binnenraum sammelt sich das etwa ausströmende Gas an und wird durch verticale, an den Gascandelabern hinaufgeführte, oben offene Röhren in die freie Atmosphäre abgeleitet. Diese Maassregel ist sehr kostspielig.

Das Sicherste bleibt immer die vollkommene Dichtigkeit der Gasleitung. Schmiedeeiserne Röhren haben sich bis jetzt für Gasleitungszwecke am besten bewährt. Zinkröhren eignen sich nicht, weil sich Zinkoxyd bildet und dieses durch das ammoniakaliche Gas aufgelöst und so die Zinkröhre durchlöchert wird. Zinnröhren sind kostspielig, in kupfernen setzt sich Acetylen an, welches beim Erwärmen und beim Stoss explodirt. Bleiröhren werden nicht selten, wenn sie im Kalkverputz oder in der Mauer liegen, durch Eintreiben von Nägeln beschädigt. Auch ist es schon vorgekommen, dass Bleiröhren, die unter dem Fussboden gelegt waren, von Ratten und von Wespen (Holzwespen) durchbissen wurden. Kautschukröhren sind schon, so lange sie noch neu sind, mehr oder weniger undicht; mit der Zeit werden sie aber hart, brüchig und sind dann im hohen Grade durchlässig. Besonders wichtig ist auch noch die gasdichte Verbindung der Röhren untereinander. Sie geschieht meist in der Art, dass der Raum zwischen dem eingeschobenen unteren Stück der einen Röhre in der inneren Wand des Muffes am oberen Ende der anderen Röhre durch einen geeigneten Kitt und etwa auch durch geschmolzenes Blei ausgefüllt wird. Ungeachtet sorgfältiger Verdichtungen und eines guten Materiales des Röhrensystems ist ein Verlust von Gas nicht zu vermeiden. In den Gasanstalten beträgt die Leckage oft mehr als 15—20%, mindestens aber 5—7% der Jahresproduction.

Das Ausströmen von Leuchtgas ist weiter wegen der hiedurch möglichen Explosionsgefahr bedeutsam. Seine Explosionsfähigkeit ist hauptsächlich durch seinen Gehalt an Sumpfgas bedingt.

Die Explosion kann nur erfolgen, wenn wenigstens 6—7% Leuchtgas der Luft beigemengt sind. Die Explosion ist am stärksten,

wenn 1 Volumen Leuchtgas in 10—16 Volumen Luft angesammelt ist. Eine Luft, die nur 0·5% Leuchtgas enthält, macht sich durch den Geruch erkennbar. Bei Benutzung des Leuchtgases in Wohnungen sollte deshalb stets eine gewisse Vorsicht beachtet werden und zwar: Der Haupthahn der Röhrenleitung sollte während der Nacht geschlossen bleiben, in Räumen, wo sich Gasgeruch zeigt, soll man nicht schlafen, sondern dieselben erst hinlänglich ventiliren und die bemerkte Gasausströmung der Gasfabrik behufs Behebung der Un-

Fig. 185.

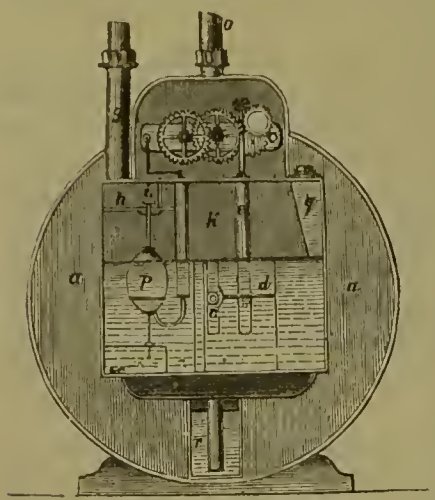


Fig. 186.

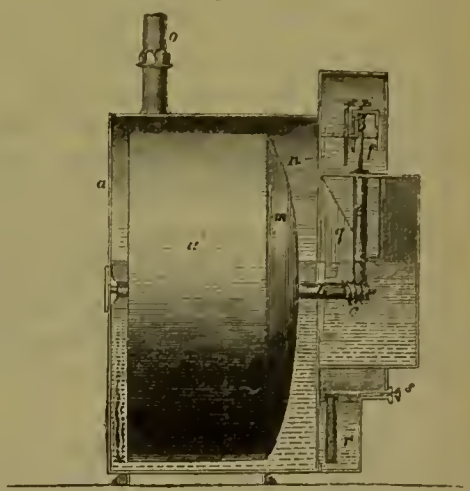


Fig. 188

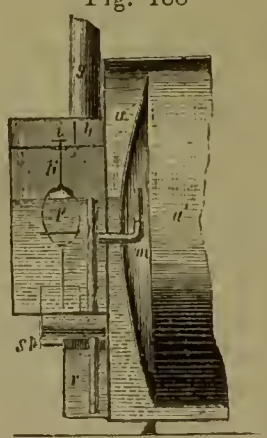
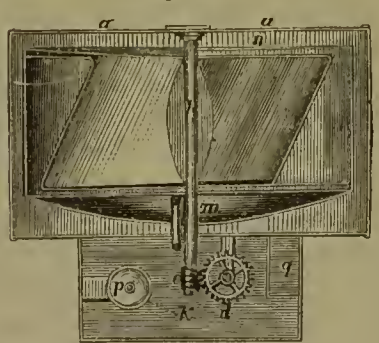


Fig. 187.



dichtigkeit sofort zur Anzeige bringen. Nie darf man nach Gas riechende Räume mit Flammen betreten. Die Bewohner solcher Ortschaften, in welcher die Gasbeleuchtung neu eingeführt wird, sollten über die Gefahren derselben und über die zu ihrer Vermeidung nothwendigen Vorsichtsmaassregeln belehrt werden.

Sanitätsbeamte, welche öffentliche Anstalten (Irrenhäuser, Gefangenhäuser u. s. w.) zu überwachen haben, werden gelegentlich auch den Gasverbrauch controliren wollen; sie sollten deshalb die Einrichtungen und den Gebrauch der Gasuhren kennen.

Eine Gasuhr von der gegenwärtig allgemein üblichen Construction ist in den Figuren 185, 186, 187, 188 abgebildet. Sie besteht

aus einem cylindrischen Gehäuse aus Weissblech oder aus Gusseisen, in welchem sich eine auf einer Welle befestigte vierkammerige Trommel, die reichlich bis zur Hälfte im Wasser liegt, unter dem Druck des Gases und dem durch denselben zu gleicher Zeit bedingten ungleichen Wasserstande der Gas aufnehmenden und Gas abgebenden Trommelabtheilungen sich wie ein Tretrad dreht, während die Axe der Trommel eine Zählvorrichtung in Bewegung setzt, um die Zahl der Trommelumgänge, somit das durchgegangene Gas, nach Cubikmetern zu zählen. Fig. 185 zeigt den Apparat, die Deckplatte weggedacht, welche den vorderen Theil, der zur Aufnahme der Regulirvorrichtungen bestimmt ist, verschliesst. Fig. 186 zeigt den Apparat in der einen Seitenansicht, Fig. 187 in der anderen. Fig. 188 gibt einen horizontalen über die Trommellage angenommenen Durchschnitt. *a* ist das Gehäuse, *a'* die Trommel, *b* die Trommelaxe, auf welcher die endlose Schraube *c* befestigt ist, die in das Rad *d* eingreift und die Anzahl der Trommelumdrehungen durch die Welle *e* auf das Uhrwerk *f* überträgt. Durch *g* tritt das Gas in den Kasten *h*, gelangt durch das Ventil *i* in den Raum *k*, durch das gebogene Rohr *l* in den vorderen Raum *m* der Trommel und aus dieser in die einzelnen Trommelabtheilungen. Aus den letzteren gelangt das Gas in den Raum *n*, in welchem es sich ansammelt, und geht durch das Rohr *o* in die Privatröhrenleitung über. *i* ist das Schwimmerventil, *p* der Schwimmer, *q* das Wasserfüllrohr, *r* der Wasserkasten für überflüssiges Wasser, und *s* die Schraube zum Ablassen desselben. Wird nun der Haupthahn einer Privatröhrenleitung geöffnet, so strömt das Gas in die Gasuhr; ist der Brennerhahn geschlossen, so bleibt die Trommel ruhig liegen, sobald aber Gas consumirt wird, rotirt die Trommel und das Uhrwerk registrirt das durch die Uhr gegangene Gas. Das Uhrwerk hat eine decimale Uebersetzung, in der Art, dass das erste Zifferblatt je 1, das zweite je 10, das dritte je 100 u. s. w. Volumeinheiten Gas registrirt, und mithin nur die durch die Zeiger bezeichneten Zahlen hintereinander auszusprechen sind, um das Gesammtquantum des durch die Gasuhr geströmten Gases auszudrücken. Geben z. B. die Zeiger die Zahlen 5, 3, 5, 2 und 8 an, so sind 53,528 Volumeinheiten Gas durch den Apparat gegangen. Alle in neuerer Zeit vorgeschlagenen Vorrichtungen, welche einen constanten Wasserstand in der Gasuhr herbeizuführen bestimmt sind, werden sämmtlich mehr oder minder überflüssig, sobald man als Füllflüssigkeit nicht Wasser, sondern Glycerin nimmt, welches nicht verdunstet und auch nicht einfriert. Beim Aufstellen wassergefüllter Gasuhren ist es dagegen nöthig, einen Ort zu wählen, an welchem keine Gefahr für das Einfrieren vorhanden ist. Was die Dimensionen der Gasuhren betrifft, so hat man grössere und kleinere, je nach der Anzahl der Flammen, für welche sie bestimmt sind. Bei der kleinsten Sorte, welche für drei Flammen bestimmt ist, beträgt der Durchmesser der Trommel 27 Centimeter, bei 10flammigen 45 und bei 20flammigen 50 Centimeter.*)

*) Wagner, l. c. p. 993.

Neuntes Kapitel.

Theer-Industrie.

Theergewinnung.

Der Theer wird theils als Nebenproduct bei der Leuchtgasfabrication gewonnen, theils werden zu seiner fabriksmässigen Darstellung bituminöse Felsarten, Torf, Braunkohle der trockenen Destillation unterworfen. Es treten hiebei, wie bei der Leuchtgasfabrication flüssige, feste und gasförmige Producte auf. Nicht immer werden die gasförmigen Producte als Leucht- oder Brennmaterial vollständig verwerthet, häufig werden sie ohne Weiteres frei in die Atmosphäre gelassen.

Das Gleiche gilt bezüglich der trockenen Destillation des Holzes zum Zwecke der Holzessig- und Holzkohlenfabrication.

Da bei allen diesen Industrien die flüssigen und festen Producte das Verwendbare sind, und die gasförmigen Stoffe von den Theerfabrikanten weniger beachtet werden, muss es um so mehr Sache der Sanitätspolizei sein, die letztgenannten Abgänge ganz besonders zu controliren.

Ueberhaupt wird man Theerfabriken wegen der Unmöglichkeit, die Belästigungen der Anrainer ausreichend zu vermeiden, nur bei genügend isolirter Lage concessioniren können. Köhlereien, d. h. die Verkohlung des Holzes in Meilern darf man nur in unbewohnten Gegenden zulassen, da hiebei sämmtliche gasförmige Destillationsproducte völlig frei in die Atmosphäre entweichen und dieselbe weithin stinkend machen.

Der Theer stellt das Rohmaterial für die Fabrication vieler wichtiger Artikel dar.

Ohne weitere Verarbeitung dient Theer zur Erzeugung der Dachpappe und zur Fabrication der Asphaltröhren. Da der Theer in Folge seines Gehaltes an Carbolsäure und andern aromatischen Substanzen fäulnisswidrig wirkt, so wird er auch zum Anstrich von Holz, Metall, Mauerwerk u. s. w. benützt.

Zur Darstellung von Leucht- und Schmierölen, zur Fabrication von Paraffin, Benzin, Naphtalin, Anilin, Carbolsäure, Kreosot, Cressylsäure u. s. w. wird der von seinem Condensationswasser befreite Theer einer fractionirten Destillation entweder für sich allein oder unter Einleitung erhitzten Wasserdampfes unterworfen. Es geschieht das in den Theerraffinerien. Hier werden die einzelnen, oben genannten Bestandtheile, deren Gemenge der Theer ist, isolirt. Die sich hiebei ergebenden Destillationsproducte werden mit Schwefelsäure, Natronlauge und Wasser gereinigt, wieder destillirt und so wird die Procedur so lange fortgesetzt, bis man Producte von einem constanten Siedepunkt in der gewünschten Beschaffenheit erhält. Die weitere Verarbeitung dieser Producte beschäftigt wieder andere Industrien.

Auch bei Theerraffinerien ist eine Belästigung der Anrainer unvermeidlich. Dieser Umstand und die Feuergefährlichkeit dieser Unternehmungen machen die Concession derartiger Fabriken von der Oertlichkeit abhängig.

Die sauren und sonstigen Abfallwässer dürfen nicht frei abfliessen, sondern sollen zuvor mit Kalk versetzt oder in anderer Art entsprechend gereinigt werden.

Hervorzuheben ist noch, dass die Arbeiter in Theerraffinerien häufig von Hautkrankheiten (Theerkrätze) befallen werden und dass deshalb denselben Gelegenheit geboten werden soll, sich durch Bäder und sorgsame Hautpflege in dieser Beziehung zu schützen.

Petroleumraffinerien.

Aehnlich den Theerraffinerien arbeiten auch die Petroleumraffinerien. Das rohe Petroleum ist ein sehr variables, bald dick-, bald dünnflüssiges Gemenge verschiedener Kohlenwasserstoffe, von denen einige schon bei gewöhnlicher Temperatur flüchtig sind, andere dagegen selbst bei verhältnissmässig hoher Temperatur starr bleiben.

Soll das Erdöl zu Leuchtzwecken dienen, so muss es raffinirt, d. h. von den flüchtigen, überaus leicht entzündbaren Kohlenwasserstoffen befreit werden. Es geschieht das, wie beim Theer erwähnt wurde, durch fractionirte Destillation und Behandlung der Destillationsproducte mit Natron, Schwefelsäure und Wasser. Hiedurch resultiren Oele von verschiedenen Siedepunkten und verschiedenem specifischen Gewicht. Die wichtigsten davon sind:

Rhigolen, destillirt unter 37·7°, specifisches Gewicht 0·60, wird in Amerika als Anästheticum angewendet.

Petroleumäther siedet zwischen 40—70°, specifisches Gewicht 0·65—0·66, dient als Lösungsmittel für Harze und Kautschuk.

Gasolin, siedet bei 90°, specifisches Gewicht 0·66—0·69, wird zum Carboniren des Leuchtgases, zum Extrahiren von Oelsamen, zum Wollentfetten benützt.

Petroleumbenzin (ist mit Benzol nicht identisch), siedet bei 80—110°, hat ein specifisches Gewicht von 0·69—0·70, dient als Fleckwasser und zur Ungeziefervertilgung.

Ligroin, siedet bei 80—120°, specifisches Gewicht 0·71—0·73, wird in besonders construirten Lampen zur Beleuchtung verwendet.

Putzöl, siedet bei 120—170°, hat ein specifisches Gewicht von 0·72—0·75, dient zum Putzen von Metall.

Raffinirtes Petroleum, siedet bei 200°, specifisches Gewicht 0·81. Der Entflammungspunkt eines gut raffinirten Petroleums liegt über 39°. Bei dieser Temperatur darf es noch keine Dämpfe ausstossen.

Petroleum, das nicht sorgfältig gereinigt oder aus gewinnsüchtiger Absicht mit den billigeren, bei niedrigerer

Temperatur flüchtigen Kohlenwasserstoffen versetzt wurde, ist in mehrfacher Hinsicht bedenklich. Kommt solches Petroleum in die gewöhnliche Petroleumlampe, so nimmt es leicht Dampfform an, da die Wärme, welche die Lampe durch den Beleuchtungsprocess erwirbt, genügt, um jenen Theil des Petroleums, der aus den flüchtigen Kohlenwasserstoffen besteht, zu verdampfen. Die Dämpfe vermischen sich mit der in der Lampe befindlichen Luft, und sobald sie mit der Flamme in Berührung kommen, entsteht eine Explosion, welche den Oelbehälter zertrümmert, so dass das brennende Petroleum nach allen Richtungen geschleudert wird.

Ausser dieser grossen Feuergefährlichkeit ist solches Petroleum noch insofern bedeutsam, als die beigemischten leichteren Kohlenwasserstoffe bei der Construction der Lampen nicht vollständig verbrennen und die Luft im Zimmer mit brenzlichen Producten, auch mit Kohlenoxyd erfüllen, wodurch die Anwesenden von Kopfschmerz, Schwindel u. s. w. befallen werden.

Aus diesen Gründen sind in den meisten Staaten Verordnungen erlassen worden, nach welchen kein Petroleum in den Handel kommen darf, welches ein specifisches Gewicht unter 0·79 besitzt und dessen Dampf sich unter 39° entzündet.

Da ein mit leichteren Kohlenwasserstoffen gemischtes Petroleum ein um so geringeres specifisches Gewicht als 0·79 hat, je mehr es davon enthält, so wird ihm zur Verdeckung des Betruges meistens noch ein schwereres Oel oder ein Harzöl zugesetzt, um das ursprüngliche specifische Gewicht wieder herzustellen. Es bietet deshalb das richtige specifische Gewicht allein durchaus keine Gewähr für die Reinheit des Oels, es muss vielmehr noch nach fremden Oelen geforscht und die Entzündungs-Temperatur bestimmt werden.

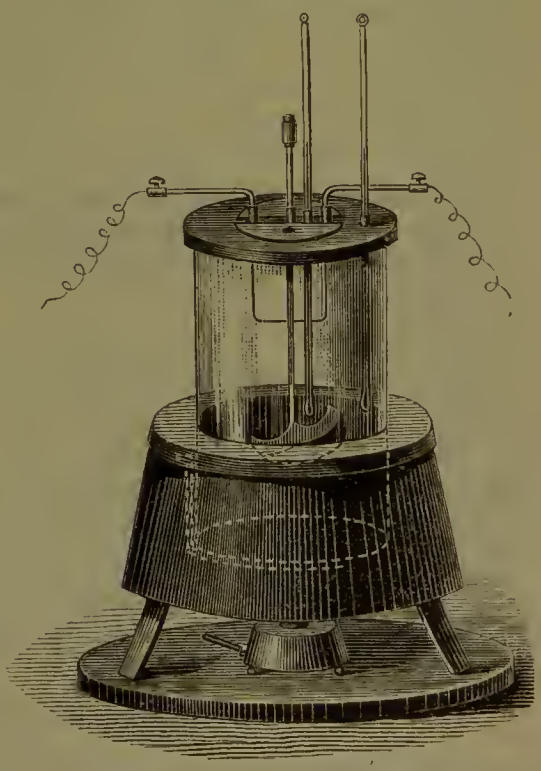
Zur Prüfung des Petroleums auf fremde Oele vermischt man in einem trockenen Reagenzglas gleiche Volumina Petroleum mit concentrirter Schwefelsäure, welches Gemisch man schüttelt. Ist das Petroleum rein, so wird sich die Mischung höchstens um 5° erwärmen und in der Ruhe scheidet sich das Petroleum als gelbliche oder schwach bräunliche Flüssigkeit aus der Schwefelsäure aus. Bei Gegenwart fremder Oele aber erhitzt sich die Mischung bedeutend, oft auf 20—40° und mehr, und die Petroleumschicht ist braun gefärbt durch die eintretende Verkohlung der Oele. — Mit Harzöl versetztes Petroleum schwärzt sich beim Vermischen mit einigen Tropfen salpetersaurer Silberlösung, reines Petroleum zeigt diese Erscheinung nicht.

Die Prüfung des Entflammbarkeitspunktes kann man in annähernder Weise dadurch ausführen, dass man ein kleines Becherglas so weit mit Petroleum füllt, dass die Quecksilberkugel eines Thermometers in das Petroleum ganz eintauchen kann. Das Becherglas stellt man in ein etwas weiteres Gefäss, das mit warmem Wasser von 45—50° gefüllt ist und wartet ab, bis die Temperatur

auf 30° gestiegen ist. Ist dieser Moment erreicht, so versucht man mit einem brennenden Zündhölzchen, welches einen Centimeter über das Oel gehalten wird, die Dämpfe desselben zu entzünden. Geschieht dieses schon bei dieser Temperatur, so wiederholt man den Versuch mit einer neuen Portion bei 28—26—24°, um den richtigen Grad zu finden; entzünden sie sich aber bei 30° noch nicht, so erwärmt man weiter auf je 2°, bis die Dämpfe Feuer fangen, welches aber von selbst wieder erlöscht. Jedes Petroleum, das sich früher als bei 38° Grad entzünden lässt, ist als feuergefährlich zu betrachten und zwar um so mehr, je früher dies geschieht.

Da bei dieser Prüfungsmethode eine gleichmässige Durchwärmung der ganzen Petroleumschicht auf Schwierigkeiten stösst, und da ferner die Schnelligkeit, mit der man die Erwärmung vornimmt, wesentlichen Einfluss auf die Lage des Entflammbarkeitspunktes hat, so hat man zur Erhaltung gleichmässiger, sicherer Resultate Apparate construirt, welche die Willkür des Einzelnen bei der Anstellung des Versuches möglichst ausschliessen. Einen solchen zweckentsprechenden Apparat hat Engler*) angegeben (Fig. 189). Derselbe besteht aus einem Wasserbade, auf dem sich ein Deckel mit rundem Aussehnitt befindet, in welchen wieder ein circa 10 Centimeter weites und 14 Centimeter hohes gläsernes Wasserbad, welches auf einem Drahtkreuze ruht, hineinpasst. In diese wird das ebenfalls gläserne Petroleumgefäss (5·5 Centimeter weit und 10 Centimeter tief) hineingehängt; das gläserne Wasserbad und das Petroleumgefäss sind mit Thermometer versehen. Im Petroleumcylinder befindet sich ein Rührwerk, welches in einem auf- und abbewegbaren Schieber besteht und eine Marke hat, bis zu welcher das Petroleum einzuführen ist. Er trägt einen Messingdeckel, welcher in der Mitte durch ein Scharnier getheilt ist und in zwei Klappen aufspringt, sobald eine Explosion im Innern des Gefässes stattfindet. Die Entzündung wird bewirkt durch zwei Platin-Anoden, welche von einen Chromsäure-Element mit Inductions-Apparat ausgehen. Die Platinspitzen sollen sich in einer Entfernung von 5—6 Millimeter über dem Niveau des Petroleums

Fig. 189.



*) Engler, Zeitschrift für analyt. Chemie. pag. 1.

und mindestens 1 mm. auseinander befinden. Die Temperaturdifferenz zwischen Wasser und Petroleum darf höchstens 3° betragen; letzteres muss vom Wasser vollständig umhüllt sein. Man lässt sobald die Temperatur auf 20° gestiegen ist von Grad zu Grad den Funken 0·5—1 Secunde lang überspringen, bis sich durch das Aufschlagen der Deckel die erste Explosion zu erkennen gibt. Inzwischen ist das Petroleum zur Ausgleichung der Wärmeströme vorsichtig durchzurühren.

Die Rückstände der Petroleumraffinerien und die schweren flüchtigen Stoffe der fractionirten Destillation des Rohpetroleums werden auf Paraffin, Schmieren u. s. w. verarbeitet.

In Städten und bewohnten Orten wird man Petroleum-rectifications-Anstalten wegen des beim Betrieb derselben unvermeidlichen Geruches und der grossen Feuersgefahr nicht zulassen. Ueberhaupt muss man bei den Verhandlungen betreffs einer Concession dieser Anlagen die Oertlichkeit nach allen Richtungen der Prüfung unterziehen. Amerikanische Petroleumraffinerien haben wiederholt durch ihre Lage an Flüssen und Canälen ausgedehnte Feuersbrünste in verhältnissmässig entfernt von ihnen gelegenen Orten veranlasst, da das brennende Oel auf dem Wasser schwimmt und weiter getragen wird.

Ferner sind die flüssigen sauren und ölhaltigen Abgänge wegen Inficirung des Bodens, der Brunnen und des fliessenden Wassers von Bedeutung.

Bezüglich der Aufbewahrung des rohen Petroleums hat sich das Theerhofsystem bewährt. Der Theerhof muss ganz isolirt von der Stadt liegen und zur Aufbewahrung sämmtlicher feuergefährlicher Substanzen dienen. Der Stadt dürfen nur solche Flüssigkeiten zugeführt werden, die unter 39° keine gefährlichen Gase und Dämpfe entwickeln; von denjenigen feuergefährlichen Waaren, die erst über 39° entzündliche Gase entwickeln, dürfen nur geringe Quantitäten auf Lager gehalten werden. Der Transport sollte nur in dichten und dicht bleibenden Gefässen gestattet sein.

Benzol und Nitrobenzol.

Das durch fractionirte Destillation aus dem Theer in den Theerraffinerie-Anstalten gewonnene Benzin (oder im Handel auch Benzol genannt) ist ein Gemenge von Benzol, Toluol und Xylol, eine farblose, sehr bewegliche Flüssigkeit, deren Dämpfe beim Menschen Taumel, Eingenommensein des Kopfes, Zittern und Zuckungen, Ohrensausen, Dyspnoe und Anästhesie bewirken.

Dieses Benzin ist der Ausgangspunkt zur Herstellung der meisten Theerfarben. Das Benzol wird zunächst zu Nitrobenzol verarbeitet und letzteres in das Anilin des Handels übergeführt, um dann zur Fabrication der Anilinfarben zu dienen.

Das Nitrobenzol wird durch Einwirkung von Salpetersäure auf Benzol dargestellt. Der dazu gebräuchliche Apparat lässt sich

so construiren, dass weder Dämpfe von Benzol oder von Salpetersäure noch von Nitrobenzol in's Freie gelangen.

Dagegen sind die beim Waschen des rohen Benzols mit Wasser sich ergebenden Waschwässer, wegen ihres Gehaltes an Salpetersäure, Pikrinsäure, Blausäure, Benzoesäure, welche Stoffe bei der Nitrirung des Benzols gleichzeitig mit dem Nitrobenzol entstehen, bedeutsam. In Senkgruben abgelassen haben sie, wie die Erfahrung lehrt, die benachbarten Brunnen verdorben. Ihr Abfluss in Schwemmcanäle kann nach ihrer Neutralisation mit Kalk, wenn nicht besondere Umstände dagegen sprechen, anstandslos zugelassen werden.

Die Dämpfe des Nitrobenzols erzeugen Taumel und schlafsüchtige Zustände. Das Nitrobenzol, innerlich genommen, wirkt giftig. Es hat einen Bittermandelgeruch und wird ausser zur Anilinfabrication auch in der Parfumerie als Essence de Mirbane, namentlich zum Parfümiren der sogenannten Mandelseife, zur Verfälschung von Oleum amygdalarum aeth., dann zur Darstellung von Persico-Liqueuren verwendet.

Anilinöl.

Das in der Technik verwendete Anilinöl ist ein Gemenge von Anilin und Toluidin. Die fabriksmässige Erzeugung von Anilinöl geschieht durch Reduction von Nitrobenzol mit Essigsäure (mitunter mit Salzsäure) und Eisen. Zu dieser Operation benützt man verschiedene Apparate. Einzelne derselben sind so construirt, dass die Nitrobenzol- und Anilindämpfe genügend zurückgehalten werden.

Ein dichter Verschluss der zur Anilinölfabrication in Verwendung kommenden Apparate ist vom sanitären Standpunkte dringend geboten, da das Einathmen der Anilindämpfe sehr erhebliche Gesundheitsstörungen, insbesondere heftigen Kopfschmerz, schweres Athmen, Circulationsstörungen, Zittern und Zuckungen zur Folge hat. Die Arbeiter, welche die Destillirblasen, in denen Anilin verarbeitet wird, zu öffnen oder das Umfüllen des Anilinöles aus einem Gefässe in's andere zu verrichten haben, müssen sich deshalb hiebei der grössten Vorsicht befleissen.

Anilin, innerlich genommen, wirkt giftig.

Anilinfarben.

Aus dem Anilinöl stellt man fabriksmässig die verschiedenen Anilinfarben dar. Die Anilinfarben sind Salze des Rosanilins. Das Rosanilin ist ein Amidoderivat des Toluols, in dem noch der Benzolrest vorhanden ist. Die wichtigsten Anilinfarben sind:

a) Das Anilinroth, Fuchsin. Das Anilinroth wird durch Behandeln von Anilinöl mit Oxydationsmitteln gewonnen. Meist findet die Oxydation mit Arsensäure statt. Man erwärmt einen Gewichtstheil Anilinöl mit zwei Gewichtstheilen syrupdicker Arsensäure 4—5 Stunden bei einer 190° nicht übersteigenden Temperatur in eisernen Retorten oder in Kesseln.

Bei dieser Operation entwickeln sich immer Anilindämpfe. Wird das Schmelzen in einfachen, gusseisernen Kesseln vorgenommen, so ist der beim Schmelzen beschäftigte Arbeiter diesen Dämpfen vollständig ausgesetzt.

In sanitärer Beziehung weit besser sind jene Einrichtungen, bei denen die Schmelzung in Retorten vorgenommen wird, namentlich wenn der Hals der Retorte mit einem Kühlapparat verbunden ist, welcher letztere ausserhalb des Kesselraumes in einem separirten Raume aufgestellt wird, der sehr luftig ist. Dadurch wird der beim Apparat beschäftigte Arbeiter am besten vor den beim Erhitzen entweichenden Anilindämpfen geschützt und weiter wird, wenn an den Retorten, und zwar am untersten Theile derselben, eine mit einem Verschlusse versehene, nach abwärts mündende Abzugsröhre angebracht ist, um daraus nach beendeter Schmelzung die Rohschmelze ausfliessen zu lassen, das bei offenen Kesseln nothwendige Herausschöpfen der Rohschmelze, eine höchst gefährliche Manipulation für den Arbeiter, umgangen.

Das darauf folgende Pulverisiren der erstarrten Rohschmelze muss wegen des stark arsenhaltigen Staubes in geschlossenen Apparaten vorgenommen werden. Beim Betreten des Mahlraumes, beim Herausnehmen und überhaupt beim Verkehr mit dem Mahlgute sollten die Arbeiter mit Respiratoren versehen sein.

Die Rohschmelze besteht aus arsensaurem Rosanilin, aus freier arseniger und Arsensäure, sowie aus Rückständen, welche man als „harzige Materien" bezeichnet. Wird das arsensaure Rosanilin derselben in salzsaures Rosanilin verwandelt, so erhält man das Fuchsin oder Anilinroth. Um diese Umwandlung zu bewirken, wird die Schmelze in Wasser gelöst, von den harzartigen Stoffen durch Filtration befreit und die Flüssigkeit in Reservoirs aus Eisenblech abgelassen. Durch Zusatz von Kochsalz und Einleiten von Dampf wird aus der Flüssigkeit salzsaures Rosanilin abgeschieden.

Früher wurde die Schmelze durch Auflösen in kochender Salzsäure und Neutralisation mit Soda in salzsaures Rosanilin umgewandelt. In beiden Fällen, namentlich aber bei Anwendung von Salzsäure entwickelt sich reichlich Chlorarsendampf, für dessen vollständige Ableitung im Interesse der dadurch sehr gefährdeten Arbeiter vorgesorgt sein muss. Das salzsaure Rosanilin ist in der concentrirten Kochsalzlösung fast unlöslich, und setzt sich an der Oberfläche der Flüssigkeit ab. Nach der Reinigung durch Umkrystallisiren wird es als Fuchsin in den Handel gebracht. Es ist, so gewonnen, immer arsenhaltig. Die Flüssigkeit aus der sich das salzsaure Rosanilin abgeschieden hat, enthält das meiste des zur Schmelze verwendeten Arsens als arsenigsaures-arsensaures Natron. Der Arsengehalt dieser Flüssigkeit beträgt bis 18 Gramm pro Liter. Da manche Anilinfarbenfabriken täglich bis 60 Centner Arsensäure verbrauchen, so muss beinahe die gleiche Menge in den Abwässern eines Tages zu finden sein.

Trotzdem ist man vielenorts der Ansicht, dass die arsenhaltigen Abwässer der Anilinfabriken in grosse Ströme abgelassen werden können, weil sie da eine Verdünnung erleiden, durch welche nicht einmal eine Beschädigung der Fischzucht möglich sei. Auch bewirke der Eisengehalt des Flusswassers die Bildung von Arseneisen, welches weges seiner Unlöslichkeit sich niederschlägt und in dem Schlamm solcher Flüsse thatsächlich zu finden ist.

Man fordert nur, dass die flüssigen Abgänge in das Tiefwasser, in die Strömung eingeleitet werden, und zwar in einer eisernen Röhre. Die festen Abgänge sollen in der Weise direct in die Strömung entleert werden, dass das Flussufer durch sie nicht verschlammt oder verunreinigt werden kann. Wenn man bedenkt, dass das Verfahren eine sehr bedenkliche Verunreinigung der Flüsse zur Folge hat, deren Tragweite man von vornherein gar nicht zu ermessen vermag, so wird man eine solche Liberalität kaum gutheissen können.

Thatsächlich hat die Industrie dort, wo der Druck der Sanitätspolizei gewichtiger auf ihr lastete und die localen Verhältnisse weniger günstig waren, Mittel und Wege ersonnen, um die aus diesen Abgängen entstehenden Gefahren zu vermeiden oder zu beseitigen. So hat man die Rückstände mit Kalk oder mit Dolomit im Uebersehuss gefällt und dadurch unlösliche arsenigsaure und arsensaure Kalksalze dargestellt. Der Kalkniedersehlag wird entweder in die Strömung sehr grosser Flüsse gebracht oder bis in's Meer transportirt und dort versenkt oder in Arsenikhütten auf Arsenpräparate verarbeitet. Im Regierungsbezirke Düsseldorf haben die Fabrikanten ein Consortium gebildet, welches für die Regeneration der arsenikalisehen Rückstände eine besondere Fabrik errichtet hat.*)

Zur Verminderung der Gefahren, welche durch die Anilindämpfe und arsenikreichen Abgänge der Anilinfarbenfabrik drohen, ist vom sanitären Standpunkte weiter noch zu fordern, dass die Fussböden aller Fabricationsräume aus wasserdichtem Material hergestellt werden; dass alle Fabricationsrückstände schädlicher Natur entweder in freistehenden eisernen Behältern oder in vollkommen dicht cementirten Cisternen bis zu ihrer definitiven Wegschaffung aus der Fabrik aufbewahrt werden; dass bei der Bereitung der Anilinfarben solche Vorrichtungen vorhanden sind, wodurch das Verflüchtigen schädlicher Substanzen verhindert und die nähere und weitere Umgebung vor gesundheitlich nachtheiligen Einflüssen gesichert wird.

Trotzdem wird der widerlich süsse Geruch, den alle Anilinfarbenfabriken verbreiten, für die Anwohner sehr belästigend bleiben, weshalb solche Etablissements womöglich nicht innerhalb der Städte zugelassen werden sollten.

Zur Abwendung von Nachtheilen für die Gesundheit der Arbeiter ist die Einrichtung von Bädern, die Herstellung besonderer Garderoben für den Kleiderwechsel während der Arbeit von grossem

*) Eulenberg, Gewerbehygiene, pag. 879.

Nutzen. Zu verbieten ist das Essen, Trinken und Rauchen in den Arbeitslocalitäten.

Nothwendig ist auch, dass der zu verwendende Arsenik unter einem besonderen Verschluss und unter der Verantwortlichkeit eines bestimmten Angestellten aufbewahrt werde.

Die aus der Verwendung der Arsensäure beim Betriebe der Anilinfabriken und beim Consum des Fuchsin resultirenden Uebelstände geben zu dem Streben Anlass, auf anderem Wege und mit anderen Mitteln die Anilinfarben darzustellen. Die in dieser Beziehung theilweise in Ausführung gekommene Fabrication von Anilinroth mittelst Quecksilbersalzen ist jedoch als kein bedeutender sanitärer Fortschritt anzusehen, weil das Arsen durch ein ebenso heftiges Gift ersetzt ist. Freilich lässt sich das fertige Product leichter als bei dem Arsenverfahren vom Quecksilbersalz befreien. Bei dem Coupier'schen Verfahren (wo statt Arsensäure Eisenchlorid und Salzsäure, bei Gegenwart von nitrotuolhaltigem Nitrobenzol auf Anilinöl verwendet wird) und bei dem Nicholson'schen Verfahren (bei dem statt Arsensäure Salpetersäure in Anwendung kommt) werden aber die durch das Arsen bedingten Gefahren der Fuchsinbereitung gänzlich vermieden. Es wäre zu wünschen, dass diese die Arsensäure gänzlich umgehenden Methoden allgemein zur Anwendung kämen.

Das Fuchsin bildet den Ausgangspunkt zur Darstellung der meisten übrigen Anilinfarben.

Die Anilinviolette sind methylirte, äthylirte und phenilirte Rosaniline. Sie werden durch Erhitzen des Fuchsins mit Jodmethyl, Jodäthyl oder durch Erhitzen von salzsaurem Anilin mit Methyl- oder Aethylalkohol dargestellt.

Das Mauvein oder Perkin's Violett ist ebenfalls ein Anilinviolett, das durch Oxydation von Anilinöl mittelst saurem chromsaurem Kali und Schwefelsäure erzeugt wird.

Das Anilinblau (Bleu de Paris) wird durch Erhitzen von Rosanilinsalzen mit verschiedenen Flüssigkeiten (Aldehyd, Holzgeist, alkalischer Schellacklösung, bromirtem Terpentinöl, Aethyljodid) dargestellt.

Das Anilingrün ist entweder ein Aldehydgrün und wird durch Behandlung einer mit Schwefelsäure versetzten Lösung von schwefelsaurem Rosanilin mit Aldehyd und nachherigem Zusetzen von unterschwefligsaurem Natron als grüne Lösung gewonnen, aus der man durch Zinkchlorür und Soda einen grünen Zinklack ausscheiden kann, oder das Anilingrün ist sogenanntes Jodäthylgrün und wird aus Rosanilin, Jodmethyl und Methyhalkohol dargestellt. Auch durch Einwirkung von Salpetersäuremethyläther auf Methylanilinviolett erhält man Methylanilingrün.

Chrysanilin, Anilingelb, wird aus den harzigen Rückständen bei der Fuchsinbereitung gewonnen, indem man diese Rückstände eine zeitlang einem Dampfstrom aussetzt und die hiebei erhaltene Lösung mit Salpetersäure fällt.

Anilinbraun wird aus den Rückständen der Fuchsinbereitung durch reducirende Mittel oder durch Einwirkung eines Anilinsalzes auf Fuchsin in höherer Temperatur dargestellt.

Anilinschwarz entsteht durch langsame Oxydation von Anilin mittelst chlorsaurem Kali und Schwefelkupfer.

Wie aus dem Vorhergehenden sich ergibt, ist das Fuchsin des Handels in der Mehrzahl der Fälle in Folge der Art seiner Herstellung arsenhaltig und da es die Muttersubstanz für die meisten übrigen Anilinfarben ist, so ergibt sich, dass auch alle diese Derivate arsenhaltig und daher giftig sein können. Einzelne dieser Farbstoffe, darunter das Triphenylrosanilin, sollen aber selbst dann, wenn sie vollkommen arsenfrei sind, nicht ohne schädliche Wirkung sein. Bei dem Umstande, als im Handel arsenfreies Fuchsin und arsenfreie Anilinfarben sehr selten vorkommen, dass das Publicum für eine richtige Wahl fuchsingefärbter Esswaaren, Spielsachen u. s. w. keine Garantie hat, sollte der Gebrauch von Anilinfarben zum Färben von Conditorwaren gänzlich verboten werden. Es ist aber auch die Erfahrung gemacht worden, dass anilingefärbte Kleider, wenn sie unmittelbar auf dem Körper getragen wurden, Erythem und Ekzem erzeugten.

Carbolsäure (Phenol).

Durch Behandlung der bei der fractionirten Destillation des Theeres gewonnenen schweren Theeröle mit concentrirter Kali- und Natronlauge erhält man einen Krystallbrei, der hauptsächlich aus Alkaliphenylat besteht und dureh Schwefelsäure oder Salzsäure zersetzt wird, wodurch eine dunkle, ölartige Flüssigkeit sich ausscheidet. Diese Flüssigkeit besteht aus Carbolsäure und enthält noch viele ölige Kohlenwasserstoffe, von denen sie durch fractionirte Destillation befreit wird. Die letzte Reinigung der Carbolsäure geschieht durch Umkrystallisiren.

Während dieser Manipulationen, namentlich während der Destillation entwickeln sich reichlich höchst übelriechende Zersetzungsproducte, die stets unter geeigneten Vorsichtsmaassregeln in die Feuerung geleitet und hier verbrannt werden sollen.

Die Carbolsäure ist giftig. Das Manipuliren mit carbolsäurehaltigen Substanzen erzeugt Hautausschläge. Bei der äusserlichen Application von unreiner Carbolsäure sind wiederholt tödtlich ablaufende Vergiftungen beobachtet worden.

Durch Carbolsäuredämpfe werden Insecten binnen 10—12 Minuten getödtet; Mäuse und Ratten starben in etwa $1^1/_2$ Stunden unter Betäubung und Convulsionen, bei Menschen stellen sich Kopfschmerzen, Schwindel, Betäubung, gestörtes Bewusstsein, unregelmässige Respiration, frequenter, schwacher Puls, Collapsus u. s. w. ein. Bei Ingestion grösserer Dosen der Carbolsäure erfolgt nach wenigen Minuten ein bewusstloses Hinstürzen unter Convulsionen, das Athmen wird erschwert, Schaum tritt vor den Mund, und bei überaus beschleunigter Respiration und kleinem, unzählbaren

Puls tritt der Tod ein.*) — Auch auf die Vegetation wirkt die Carbolsäure giftig.

Die Carbolsäure findet Anwendung: als Conservirungs- und Desinfectionsmittel zur Darstellung der Salicylsäure und einiger Phenolfarbstoffe (Rosolsäure, Pikrinsäure).

Rosolsäure.

Die chemische Structur der Rosolsäure ist noch nicht völlig klargestellt. Man betrachtet die Rosolsäure als ein Phenol, das Sauerstoff aufgenommen hat. Die Rosolsäure wird durch Erhitzen eines Gemenges von Carbolsäure, Oxalsäure und Schwefelsäure dargestellt. Die hiebei mit Phenol reichlich geschwängerten Dämpfe müssen zum Schutze der Arbeiter sorgfältig abgeleitet werden.

Sobald die erhitzte Masse hinlänglich stark gefärbt ist, wird sie mit Wasser so lange ausgekocht, bis aller Phenolgeruch verschwunden ist und eine teigige schwarzbraune Masse — die Rosolsäure — entstanden ist. Durch das siedende Wasser wird Schwefelsäure und Phenylschwefelsäure entfernt; diese Abfallwässer können demnach, da sie carbolsäurehaltig sind, nur in grosse Flüsse direct abgelassen werden; zum Versickern oder in kleine Wasserläufe können sie erst nach ihrer Reinigung und vollständigen Befreiung von Phenol zugelassen werden.

Reine Rosolsäure ist nicht giftig; doch ist sie häufig mit Carbolsäure verunreinigt, was sanitär um so mehr Beachtung verdient, als gegenwärtig Essenzen, Conditorwaaren, Liqueure häufig mit Rosolsäure gefärbt werden. Gewerbliche Verwendung findet die Rosolsäure hauptsächlich zur Darstellung des Corallins (Aurin), eines Farbstoffes, der durch Behandeln der Rosolsäure mit Ammoniak oder anderen Alkalien und Ausfällen mit Salzsäure entsteht. Dieser Farbstoff ist an und für sich nicht giftig, kann aber durch den Gehalt an Phenol oder Anilin und durch die zu seiner Fixirung auf Wolle vielfach gebräuchliche Beize von arsenigsaurem Natron gefährlich werden.**)

Pikrinsäure.

Die Pikrinsäure wird im Grossen fast ausschliesslich durch die Einwirkung von Salpetersäure auf Carbolsäure in Glasretorten erhalten. Es treten hiebei Dämpfe von salpetriger und Blausäure auf, welche durch Absorptionsmittel zu beseitigen oder in die Feuerung zu leiten sind. Bei zu starker Erhitzung kann Entzündung der ganzen Masse stattfinden.

Sobald die überschüssige Salpetersäure bis zu einem gewissen Grade abdestillirt ist, lässt man erkalten, wodurch die Pikrinsäure, gemischt mit der gleichzeitig sich bildenden Oxalsäure herauskrystallisirt. Durch Umkrystallisiren wird die Pikrinsäure gereinigt. Da die hiebei entstehenden Mutterlaugen und Abfallwässer säurehaltig

*) Hoffmann. Zur physiolog. Wirkung der Carbolsäure. Dorpat 1866.
**) Tardieu, Annal. d'hyg. publ. 1869.

sind, so sollten sie stets vor dem Ablassen durch Kalk neutralisirt werden.

Die Pikrinsäure ist giftig, schmeckt ausserordentlich bitter und explodirt bei raschem und starkem Erhitzen. Beim Verdampfen der Pikrinsäurelösungen wird Pikrinsäure mechanisch mit den Wasserdämpfen mitgerissen und verbreitet sich in dem Local. Die Arbeiter bekommen bald eine mit Pikrinsäure imprägnirte Epidermis, ihre Haut färbt sich zeisiggelb. Beim Eintritt in diese Fabriksräume nimmt man einen bittern Geschmack wahr, und Diejenigen, die in diesen Localitäten fortwährend beschäftigt sind, leiden an Appetitlosigkeit und deren weiteren Folgen.

Bei Pikrinsäurefabriken ist deshalb eine ausgiebige Ventilation, die Ableitung und Condensation aller Dämpfe, das strenge Einhalten des Verbotes, in den Arbeitslocalitäten zu essen, zu rauchen, Reinlichkeit u. s. w. von ganz besonderer Wichtigkeit.

Die Pikrinsäure wird zum grössten Theile in der Woll- und Seidenindustrie und bei der künstlichen Blumenfabrication als Färbemittel verwendet. Die hiebei ausgenützten Farbflotten enthalten immer noch mehr oder weniger Pikrinsäure in Lösung. Gelangen solche Abwässer in Brunnen, so können sie das Wasser derselben bitter machen. Sie sollen deshalb an solchen Orten nicht zur Versickerung zugelassen werden, wo die Verunreinigung des Grundwassers in den Brunnen möglich ist. Ihr Abfluss in Canäle oder in grosse Wasserläufe kann, wenn nicht besondere Umstände dagegen sprechen, gefahrlos gestattet werden.

Mit Pikrinsäure gefärbte Kleiderstoffe sind sehr leicht entzündlich und rasch verbrennlich.

Pikrinsäure wird ferner als Hopfensurrogat dem Biere (Seite 483) zugesetzt. Sie wird auch zur Bereitung bitter schmeckender Branntweine und Liqueure (die bisweilen als Mittel gegen Trichinose öffentlich feilgeboten werden) und zum Gelbfärben von Conditorwaaren benützt. Es ist selbstverständlich, dass bei der grossen Giftigkeit der Pikrinsäure diese Verwendung sanitär als unzulässig zu bezeichnen ist.

Die Pikrinsäure dient weiter zur Darstellung der explosiven, pikrinsauren Salze, welche als Sprengmittel zu Zündraketen, zur Zundhölzchenfabrication, zu Lustfeuerwerken u. s. w. verwendet werden. Von den pikrinsauren Salzen sind das pikrinsaure Kalium, Natrium und Blei diejenigen Präparate, welche für diese Zwecke sich am besten eignen. Sie explodiren durch Erhitzen und durch Schlag, auch durch Erschütterung. Bezüglich der Darstellung und des Verkehrs mit pikrinsauren Salzen wird auf das Capitel „Explosivkörper" hingewiesen.

Naphtalin-, Anthracen- und sonstige Theerfarben.

Das Naphtalin und das Anthracen sind Kohlenwasserstoffe, welche in dem Theer enthalten sind, und aus demselben durch

fractionirte Destillation und durch Behandlung der Destillationsproducte mit Schwefelsäure und Natronlauge dargestellt werden.

Das Naphtalin wird in ähnlicher Weise in Naphtylamin verwandelt, wie das Benzol in Anilin. Die meisten jener Agentien, welche mit dem Anilin Farbstoffe bilden, geben mit dem Naphtylamin gefärbte Verbindungen, die man Naphtalifuchsin, Naphtazalein u. s. w. nennt.

Auch aus dem Nitronaphtalin direct und aus der durch Behandlung des Naphtalins mit Salpetersäure sich bildenden Phtalsäure hat man violette und rothe Farbstoffe, sowie ein gelbes Pigment (Naphtalingelb) dargestellt.

Die sanitären Gesichtspunkte betreffs der Naphtalinfarben-Erzeugung sind demnach jener bezüglich der Anilinfarben analog. Stets ist es für solche Fabriken von Wesenheit, dass sie an einem sehr bedeutenden Flusse liegen, über hinlänglich viel Wasser zu verfügen haben, dass für die vollständige Condensation aller schädlichen Dämpfe, für die Abhaltung jedes Giftstaubes vorgesorgt, und die Infiltration des Bodens durch gefährliche Abwässer verhütet werde.

Das Anthracen wird auf Alizarin und Purpurin verarbeitet. Hiebei kommen chromsaures Kali, rauchende Schwefelsäure und Natronlauge in Anwendung. Durch die Einwirkung dieser Reagentien bildet sich einerseits schwefelige Säure und Salpetersäure — Dämpfe, deren zweckmässige Beseitigung bei rationeller Anlage vollständig gelingt — andererseits Waschwässer, die sehr reich an schwefelsauren schwefligsauren und an Chromsalzen, sowie an Farbstoffen sind, und deshalb nicht unter allen Umständen frei zum Abfluss oder zum Versickern zugelassen werden dürfen. Diese Abwässer lassen sich auf Chromalaun verarbeiten oder zur Regeneration von Kaliumchromat benützen.

Im Uebrigen bietet die Alizarin-Industrie in sanitärer Beziehung keine besonderen Bedenken dar.

Von sonstigen aus dem Theer derivirenden Farbstoffen seien noch erwähnt: Eosin, ein Farbstoff von morgenrother Nuance, der durch Einwirkung von Brom auf Fluorescin entsteht, welcher letztere Körper ein Product der Reaction von Phtalsäure auf Resorcin ist. Dieser prächtig färbende Farbstoff scheint eine grosse Zukunft zu haben.

Phenylbraun wird durch Vermischen von Phenol mit Salpeter — Schwefelsäure — dargestellt. Es entwickeln sich hiebei sehr viel salpetersaure Dämpfe. Der Farbstoff färbt Wolle und Seide ohne Beize echt und ist unschädlich.

Zehntes Capitel.

Textil-Industrie.

Die Flachs- und Hanfrotte.

Die verschiedenen Rohstoffe, welche zur Erzeugung von Gespinnsten und Webewaaren dienen: Baumwolle, Hanf, Flachs, Jute, Wolle, Seide müssen vor ihrer weiteren Verarbeitung von fremdartigen Nebenbestandtheilen befreit und überhaupt durch gewisse Vorbereitungen in den für ihre weitere Behandlung geeigneten Zustand überführt werden. Die Art und Weise, wie dies geschieht, variirt mit der Natur des Rohstoffes.

Flachs und Hanf werden zuerst in Bündel gebunden und geriffelt, indem man sie durch einen groben, eisernen Kamm zieht, um die Samenkapseln zu entfernen. Hierauf folgt das Rotten oder Rösten, welches in der Einleitung eines Fäulnissprocesses besteht. Man unterscheidet eine Thau-, Luft- oder Landrotte und eine Wasserrotte. Bei der ersteren wird die Hanf- oder Flachspflanze auf Feldern ausgebreitet und der Einwirkung der Luft ausgesetzt, bei der letzteren werden die Pflanzen unter dem Wasser gehalten. Man hat auch eine gemischte Rotte, bei der man den Flachs zuerst in Wasser und alsdann noch 1—3 Woehen lang auf das Feld bringt.

Durch das Rotten wird das Pflanzengewebe gelockert und die zum Verspinnen geeigneten Fasern werden durch Auflösung, Vergährung und Fäulniss der sie zusammenkittenden Zwischensubstanzen (Eiweiss, Harz) frei gelegt. Bei diesem Processe entwickeln sich reichlich Fäulnissproducte, die theils als Gase die Luft weithin verpesten, theils aber, im Wasser gelöst, dasselbe dunkel färben, es stinkend machen und derart verändern, dass es für Fische, Gänse und Wasserthiere giftig wird. Bei grossartigem Betriebe können ganze Gegenden hiedurch ungesund werden, namentlich ist in solchen Fällen das Auftreten von Intermittens beobachtet worden.

Es ist deshalb dahin zu wirken, dass das Rotten nicht in der Nähe von Wohnungen oder öffentlichen Wegen stattfinde; dass die Rottstelle umzäunt werden, damit das Vieh das Rottgrubenwasser nicht trinke; dass die flüssigen Abgänge der Verrottung weder in Teiche noch in kleine Wässer gelangen und dass die Grube alljährlich gereinigt werde. Die aus den Rottgruben abfliessenden Wässer können mit Vortheil zur Wiesenbewässerung verwendet werden.

Nach vielen Versuchen, die langwierige und gesundheitlich nachtheilige Methode des Rottens auf Wiesen oder unter Wasser durch ein zweckmässigeres Verfahren zu ersetzen, ist es in neuerer Zeit gelungen, auf künstlichem Wege das Rösten oder Rotten vorzunehmen und zwar mit einem mehrfachen Vortheil.

Es wird nämlich das Rotten in besonderen Bottichen mit reinem warmen Wasser oder mit Wasser, dem Blutserum, Bierhefe oder

auch Schwefelsäure und Laugen zugesetzt sind, vorgenommen. Das Rotten ist nach 60 bis 90 Stunden beendet. Auch hier entwickeln sich, und zwar wegen der Schnelligkeit, mit der der ganze Fäulnissprocess verläuft, massenhaft stinkende Fäulnissgase und es entstehen höchst bedeutsame, im hohen Grade mit Zersetzungsstoffen geschwängerte Abwässer.

In solchen Flachsröstfabriken muss deshalb für eine möglichst vollständige Ableitung der Gase gesorgt sein. Wenn die Abfallwässer nicht zur Wiesenbewässerung verwerthet werden, so müssen sie vor ihrem Ablassen in kleine Wasserläufe oder vor ihrer Versickerung mit Kalk gereinigt werden.

Die weitere mechanische Behandlung der Leinstengel: das Brechen, Hecheln, sowie die Hilfsoperationen: das Schwingen, Ribben, bezwecken die Entfernung aller Holztheile aus dem Baste des Flachses und erzeugen viel Staub, zu dessen Unschädlichmachung die bereits besprochenen Maassregeln gegen Staub anzuordnen sind.

Reinigung der Baumwolle.

Auch die Baumwolle bedarf, bevor sie zu Garn verarbeitet wird, einer gewissen Vorbereitung. In dem Zustande, in welchem die Baumwolle aus den Samenkapseln gewonnen wird, hat dieselbe einen hohen Grad von Lockerheit; um ihr Volumen des Transportes wegen zu vermindern, wird sie gepresst; in den gepressten Ballen sind die Haare knäuelförmig untereinander verwoben und schliessen ganze Samenkörner, Fragmente derselben, Pflanzentheile, Erde, Staub u. dgl. ein. Zur Entfernung dieser fremden Einflüsse und zur Auflockerung der Baumwolle findet bei den feinsten Baumwollsorten das Schlagen mit Stöcken aus freier Hand statt, bei den minderen Baumwollsorten dienen hiezu Maschinen, die dem Holländer (siehe Papierfabrication) ähnlich construirt sind und Wolf, Teufel, Batteur, Oeffner, Flockmaschine genannt werden. Durch diese Reinigung verliert manche rohe Baumwolle bis 50, ja noch mehr Procente an Gewicht. Der Gewichtsverlust ist eben der Staub, der entfernt wird und gegen den die Arbeiter zu schützen sind. Die andauernde Einwirkung dieses Staubes ist sehr gefährlich, sie erzeugt Augenentzündungen, Respirationskatarrhe und schwere Lungenkrankheiten.

Den Bemühungen der Industrie ist es gelungen, an den die Reinigung der Baumwolle besorgenden Maschinen Vorkehrungen anzubringen, welche den hiebei entstehenden massenhaften Staub auf dem Wege der mechanischen Ventilation aus den Arbeitslocalitäten entfernen und so von den Arbeitern abhalten. Vom sanitätspolizeilichen Standpunkte ist strenge darauf zu sehen, dass diese Schutzvorrichtungen bei allen Wolfmaschinen angebracht sind und stets in Stand und Thätigkeit erhalten werden.

Das Haspeln der Seide.

Ehe der fertige Seidenfaden der Weberei übergeben werden kann, müssen erst die Cocons abgewickelt und abgehaspelt, die ein-

zelnen Fäden gespult, gezwirnt, gedreht werden. Um zum Anfange des fortlaufenden, eigentlichen Seidenfadens zu kommen, muss zuerst die den Cocon umhüllende Flockseide — jenes Gespinnst, das der Wurm bei Beginn des Einspinnens angelegt, damit er sich die erforderlichen Stützen und Schutzwände für den Coconbau verschaffe — weggekrempelt und bei Seite gelegt werden, um mit anderen Abfällen zu sogenannter Floretseide verarbeitet zu werden.

Nachdem die Cocons von ihrer flockigen Hülle befreit sind, werden sie in Becken mit durch Dampf oder auf offenem Feuer erhitztem Wasser geworfen. In dem Wasser löst sich der gummiähnliche Klebstoff, welchen das Thier zum Aneinanderheften der Fäden benutzte. Dieses Wasser kann lange und oft gebraucht werden. Wird es endlich zu sehr verunreinigt und fängt es an zu faulen, so verwendet man es zur Gartenbewässerung, da es viel stickstoffreichen Dungstoff enthält.

Die im Wasser befindlichen Cocons werden mit weichen Reisern geschlagen, der Anfang des Fadens gefangen und dann das Abhaspeln vorgenommen.

Die diese Geschäfte besorgenden Arbeiter (meist Frauen) sind hiebei der Hitze des Ofens und des kochenden Wassers ausgesetzt. Die im heissen und unreinen Wasser fortwährend arbeitenden Hände werden leicht entzündlich, es treten Eiterungen an den letzten Phalangen, exanthematische Eruptionen zwischen den Fingern und am Handrücken auf. Prophylaktisch lässt sich gegen diese Gefährdung der Arbeiter nur insofern etwas thun, dass für häufige Erneuerung des Wassers in den Becken gesorgt werde, um alle Gährungsvorgänge in der Flüssigkeit zu vermeiden. Weiter kann man durch recht geräumige und gut ventilirte Haspelräume die Hitze dieser Arbeitslocalitäten erträglicher machen.

Die zum Schutze der Arbeiter vorgeschlagene Abhaspelung unter Anwendung von Salzlösungen oder von kaltem Wasser hat sich bis jetzt technisch nicht bewährt.

Wollwäschereien.

Auch die thierische Wolle (Schafwolle) bedarf einiger vorbereitender Operationen, um für die Verarbeitung zu Gespinnsten und Geweben geeignet zu werden. Die abgeschorene Wolle des Schafes, wie sie als Wolle des Handels vorkommt, besteht nur zum Theil aus dem Wollhaar; ausserdem enthält sie eine Menge Substanzen, die man unter dem Namen Wollschweiss zusammenfasst und die entfernt werden müssen. Selbst in den besten Sorten von Handelswolle schwankt der Gehalt an reinem Wollhaar zwischen 28·5 bis höchstens 80%. Das Andere sind, nebst Kletten, Erde, eingetrockneten Excrementen u. s. w., der Fett- und Schweissüberzug des Haares und Zersetzungsproducte dieser Drüsensecrete.

Das Entschweissen der geschorenen Wolle geschieht durch Kochen mit alkalischen Flüssigkeiten. Letztere sind entweder Gemenge von Flusswasser und gefaultem Harn oder auch Lösungen von Seife, mitunter auch schwache Sodalösungen.

Das Waschen der Wolle mit diesen Flüssigkeiten geschieht meistens in sogenannten Leviathans, grossen aus mehreren Abtheilungen bestehenden kesselartigen Apparaten, in welchen die Wolle nacheinander mit den Reinigungsflüssigkeiten und zuletzt mit reinem Wasser oder auch mittelst Spülmaschinen gereinigt wird.

Die bei der Wollwäscherei sich ergebenden Abwässer sind nach Qualität und Quantität in hohem Grade sanitär bedeutsam. Bei langsamem Abfluss gehen sie in Fäulniss über und können, wenn sie in Teiche oder kleine Wasserläufe gelangen oder sich aus irgend einer Ursache stauen, die grössten Belästigungen, insbesondere weithin sich geltend machende Luftverpestung und völlige Wasserverderbniss bedingen. Die Bäche und Flüsse, in welche diese ungereinigten Waschwässer gelangen, werden schwarz wie Tinte, verschlammen und entwickeln die ekelhaftesten Effluvien, darunter Schwefelwasserstoff. Diese Abwässer dürfen demnach nicht früher zum Versickern oder zum Abfluss in kleine Wasserläufe zugelassen werden, bevor sie nicht genügend gereinigt worden sind.

In vielen Fabriken werden diese Waschwässer verwerthet. Es kann daraus Pottasche gewonnen werden, die sich durch grosse Reinheit (frei von Natron) auszeichnet. Die Waschwässer werden hiebei zur Trockene eingedampft und der Rückstand in Gasretorten erhitzt, wobei Leuchtgas und Ammoniak sich entwickelt. Der Retortenrückstand enthält die Kalisalze, namentlich schwefelsaures kohlensaures Kali und Chlorkalium, welche durch Umkrystallisiren von einander getrennt werden. Es ist selbstverständlich, dass bei dieser Verarbeitung der Waschwässer, die bei der Ammoniak- und Leuchtgasfabrication erörterten sanitären Gesichtspunkte (Seite 645) in Geltung kommen.

In vielen Wollwäschereien findet die Verwerthung dieser Waschwässer in anderer Art statt. Sie werden nämlich mit Schwefelsäure versetzt, wodurch die in den Waschwässern vorhandenen Fette zersetzt und freie Fettsäuren ausgeschieden werden. Letztere finden in der Stearinsäure-Fabrication weitere Verwerthung. Die nach Abscheidung der Fettsäuren sich ergebenden Waschwässer dürfen nur in sehr grosse Flüsse mit rascher Strömung eingelassen werden, da sie das Wasser kleinerer Wasserläufe wegen ihres Gehaltes an freier Schwefelsäure zu wirthschaftlichen Zwecken unbrauchbar machen können.

Die Verwerthung dieser Waschwässer geschieht weiter auch häufig in der Weise, dass man dieselben in dichten Bassins mit Kalkmilch auf das innigste mischt und dann das Gemisch der Ruhe überlässt. Es bildet sich hiebei ein Bodensatz, der hauptsächlich aus Kalkseife besteht und sehr vortheilhaft zur Leuchtgasfabrication verwendet werden kann.

Spinnereien und Webereien.

Die auf diese Weise präparirten Rohstoffe: Baumwolle, Hanf, Flachs, Seide, Wolle sind nun spinnbar. Sie werden zuerst parallel

neben einander gelegt, dann in Bänder, die den künftigen Faden bilden, verwandelt, hierauf wird das Band zu einem lockeren, wenig gedrehten, später zu einem festen, stärker gedrehten Faden umgewandelt und schliesslich aufgewickelt. Alle diese Arbeiten werden gegenwärtig meist durch Maschinen ausgeführt. Auch das Weben der Gespinnste findet mit Hilfe von Maschinenwebstühlen statt, nur bei der Seidenweberei ist noch immer der Handwebstuhl recht häufig.

Die Arbeiter in den Spinnereien und Webereien sind durch mancherlei Betriebsmomente gefährdet. Vor Allem kommt das Einathmen des feinen Staubes in Betracht, der aus den feinsten Fäserchen der zum Verspinnen oder Weben gelangenden Stoffe besteht. Das andauernde Einathmen desselben wird mit dem häufigen Vorkommen von Lungenschwindsucht bei Webern und Spinnern in Verbindung gebracht.

Spinnereien und Webereien gehören ferner zu jenen Gewerbebetrieben, bei denen Uebervölkerung der Arbeitslocale, schlechte Beleuchtung und der Oeldunst, der sich beim Gang der eingeölten Maschinen entwickelt, eine sehr auffällige Luftverderbniss der Werkstätten bedingt. Zudem sind in diesen Fabriken in der Regel sehr viel jugendliche Arbeiter beschäftigt. Die Arbeit ist zwar keine anstrengende, sie hemmt aber die Entwicklung des noch unausgebildeten Organismus und im Verein mit den oben erwähnten schädlichen Factoren der Werkstätten und den meist ungünstigen hygienischen Verhältnissen des Arbeiters ausserhalb der Fabrik entsteht jenes moralische und körperliche Elend, jene Schwächlichkeit der Generation, die in so vielen industriellen, Spinnerei und Weberei in schwunghafter Weise betreibenden Gegenden auffällig zu Tage tritt. Die Verhältnisse dieser Industrie werden sich demnach in gesundheitlicher Beziehung nur dann bessern, wenn die Forderungen realisirt werden, welche die Hygiene im Allgemeinen betreffs der Fabriksarbeit stellen muss. (Siehe Seite 579).

Das Appretiren der gewebten Zeuge mit Stärke, Dextrin u. s. w. hat keine besondere sanitätspolizeiliche Bedeutung; dagegen ist das Appretiren der Garne und Gewebe zum Zwecke ihres Erschwerens von hygienischem Interesse. Man imprägnirt nämlich Garne und Gewebe, um sie schwerer zu machen, entweder mit Blanc fix, Zinkoxyd, wenn sie weiss bleiben sollen, oder aber mit Quecksilber- und Bleisalzen, wenn sie dunkel gefärbt sind. Im letzteren Fall zieht man die Waare zuerst durch eine Auflösung der Quecksilber- und Bleisalze und dann durch ein Schwefelleberbad. In Folge dessen schlägt sich auf der Waare Schwefelquecksilber oder Schwefelblei nieder, wodurch das Gewicht des Stoffes beträchtlich erhöht wird.

Bei dieser Manipulation ergeben sich metallhaltige Abwässer, deren Abfluss sanitärerseits zu beachten ist. Nicht selten leiden die Arbeiter, die das Eintauchen und das Auswringen der Stoffe zu besorgen haben, an Blei- oder Quecksilber-Intoxicationen. Das den Stoff imprägnirende Metallsalz ist nicht vollständig in die unlösliche Schwefelverbindung umgewandelt, sondern es bildet sich

nur eine Umhüllung der giftigen Substanz mit der entsprechenden Schwefelverbindung. Thatsächlich ist constatirt, dass der beim Nähen, Tragen, Reinigen solcher mit Blei oder Quecksilber erschwerten Stoffe sich entwickelnde Staub vergiften kann. Auch sind mit Bleipräparaten schwer gemachte Stoffe sehr leicht brennbar.

Färben und Drucken.

Die thierische Faser, Seide und Wolle, hat die Fähigkeit, gewisse Farbstoffe aus ihren Lösungen aufzunehmen und sich damit selbst anzufärben. Die Pflanzenfaser dagegen hat diese Fähigkeit in weit geringerem Grade. Wird aber die Pflanzenfaser mit gewissen Stoffen imprägnirt, z. B. in Kuhkoth, Oel, Wasserglas u. s. w. getaucht oder wird sie mit gewissen Metalloxyden behaftet, so färbt sie sich dann, in Farbstofflösungen gebracht, intensiv an, indem sich der Farbstoff in Verbindung mit dem auf der Faser auflagernden Metalloxyd in unlöslicher Form niederschlägt. Das Imprägniren der thierischen Faser mit derartigen Metalloxyden trägt ebenfalls zur besseren Fixirung der Farbe wesentlich bei.

Die Lösung solcher Metalloxyde, die an und für sich keine Farbstoffe sind, aber in Folge ihrer Beziehungen einerseits zur Pflanzen- und Thierfaser und andererseits zu dem Farbpigmente das Anfärben vermitteln, heissen Beizen oder Mordants. Die wichtigsten Beizen sind Lösungen von Alaun, essigsaurer Thonerde, essigsaurem Eisen, Zinksalze, Gerbsäure, arsenigsaurer Thonerde, fettem Oel, Albumin, Kleber, Caseïn. Letztere drei werden besonders beim Anilinfarbendruck angewendet.

Die Zeugdruckerei ist nur eine örtliche Färberei. Die beim Zeugdruck angewendeten Farben sind theils solche, die vermittelst gravirter Platten direct auf das Zeug aufgetragen werden (Applications-, Schilder- und Tafeldruckfarben) theils solche, die man durch Eintauchen des Zeuges in die Farbenbrühe hervorbringt (Kessel- und Krappfarben). Zu den ersteren gehören die Eisenfarben, das Berlinerblau, der Krapplack, das Ultramarin und die meisten Theerfarben, zu den letzten der Krapp, die Cochenille, das Blauholz, der Wau, der Sumach u. s. w.

Bei dem Applications- oder Tafeldruck druckt man Farbe und Beize zusammen auf und fixirt die Farbe durch Aufhängen oder Lüften oder durch Dampf. Bei den Kesselfarben wird zuerst die mit Dextrin oder Stärkelösung verdickte Beize auf diejenigen Stellen, welche gefärbt werden sollen, aufgedruckt, dann wird die Waare zur besseren Fixirung der Beize durch ein Kuhkothbad gezogen und schliesslich in einer Flotte, welche das Farbpigment (Krapp, Cochenille, Sumach u. s. w.) enthält, gekocht.

Will man, dass einzelne Stellen weiss bleiben oder anders gefärbt werden sollen, so bedruckt man diese Stellen mit einer Substanz, welche zum Farbstoff der Flotte keine Verwandtschaft hat oder die Aufnahme der Farbe verhindert. Man nennt solche Substanzen Reservagen (Deckmittel). Setzt man zu den Reservagen zugleich

eine oder mehrere Beizen für gewisse andere Farben zu, so kann man durch Einlegen des Stoffes in zwei oder mehrere verschiedene Flotten zwei oder mehrere Farben auf dem Zeuge hervorrufen. Man kann weisse Stellen auf bereits gebeizten oder gefärbten Stellen auch dadurch hervorbringen, dass man entweder die Beizen oder die Farben durch Aetzmittel auflöst.

Als Reservagen benützt man Wachs, Talg, Pfeifenthon, unterschwefligsaure Salze; als Aetzmittel für Beizen dienen: Arsensäure, Phosphorsäure, Milchsäure, Oxalsäure; als Aetzmittel der Farben: Chlorkalk, Chromsäure, übermangansaures Kali etc.

Die Färberei beruht auf denselben Principien.

Zur Indigo- oder Blaufärberei bedient man sich der Indigoküpen, womit man solche Gefässe bezeichnet, welche eine Auflösung von Indigoweiss enthalten. Man hat eine warme Küpe, bei der durch Waid, Krapp und Kleie, unter Entwicklung von ammoniakalischen Dämpfen, Butter- und Milchsäuregährung eintritt und sich Indigoweiss bildet, das, wenn die ganze Mischung durch Zusatz von Kalk schwach neutral gehalten wird, durch Ammoniak in Lösung erhalten bleibt. Dann hat man die Vitriolküpe, die aus Indigo, Eisenvitriol und Kalk bereitet wird und bei welcher Eisenvitriol reducirend auf den Indigo einwirkt. Weiter wird zur Opermentküpe das Operment mit kohlensaurem Kali, Kalk und Indigo zusammengemischt. Es bildet sich hiebei arsensaures Kali, das in der verbrauchten Küpenflüssigkeit aufgelöst ist. Ausserdem hat man noch eine Harnküpe, die durch Auflösen von Indigo in faulem Harn dargestellt wird.

Die in die Küpenflüssigkeit getauchten Zeuge färben sich an der Luft blau in Folge der Oxydation des Indigoweiss zu Indigoblau.

Da die Küpenfärberei in einem Gährungsprocesse besteht, da sich hiebei stinkende, ammoniakalische Gase entwickeln, überdies zur Harnküpe faulender Harn benützt wird und bei der Opermentküpe sich leicht Arsenwasserstoff bilden kann, so ist in sanitärer Beziehung nothwendig, dass unter allen Umständen die Küpenlocale luftig sind, und dass bei der Harn- und Opermentküpe die Gefässe einen guten Verschluss haben und mit einem Ableitungsrohr für die aus der Küpe sich entwickelnden Gase nach dem Schornstein versehen sind.

Ausser mit Indigo werden die Zeuge mit Berlinerblau, mit Campecheholz, Seide und Wolle auch mit Anilin- und Naphtalinfarben blau gefärbt.

Zum Blau- und Grünfärben werden in der Kattundruckerei zuweilen Beizen angewendet, die nebst Zinnsalz, Kaliumbichromat, Salz- und Schwefelsäure auch Blutlaugensalz enthalten. Bei der Darstellung dieser Beizen entwickeln sich beträchtliche Mengen von Blausäure. Es sollten deshalb die Gefässe, in welchen diese Beizen bereitet werden, mit einem Deckel verschlossen sein, von dem ein Gasabzugsrohr in den Rauchfang geht.

Zum Gelbfärben der Wolle und Seide dient Wau, Gelbholz, Avignonkörner, Fisetholz, Pikrinsäure; zum Gelbfärben der Baumwolle wird ausser diesen Farbstoffen noch Quercitronrinde, Orlean, Gelbbeeren u. s. w. verwendet. Zum Rothfärben der Baumwolle und Wolle wird meist Krapp, zum Rothfärben der Wolle und Seide Fuchsin, Saflor, Orseille und Cochenille benutzt.

Grün stellt man durch die Verbindung von Blau und Gelb dar. Bei Seide wird auch Anilingrün und bei Leinen und Kattun Catechu mit Eisenoxydsalzen zur Erzeugung grüner Farben benützt.

Zum Schwarzfärben der Seide und Baumwolle wird gegenwärtig meist Anilinschwarz angewendet. Die Baumwolle muss hiezu erst durch Caseïn oder Albumin animalisirt werden. Wolle und Seide wird auch in der Weise schwarz gefärbt, dass man die Stoffe mit schwefelsaurem oder essigsaurem Eisen beizt und sie in Abkochungen von Blauholz, Galläpfeln, Sumach u. s. w. anfärbt. Sehr häufig wird der Stoff vor dem eigentlichen Schwarzfärben dunkelblau grundirt.

Färbereien und Druckereien brauchen, wie aus der obigen Schilderung des Betriebes hervorgeht, sehr bedeutende Wassermengen, die sie wieder verunreinigt ablassen. Die Abflusswässer der Färbereien enthalten vorwiegend Reste von Beizen und Pigmenten zum Theil in gelöster, zum Theil in suspendirter Form. Die verunreinigenden Substanzen sind theils farbige, theils farblose organische und unorganische, bald solche, die in Fäulniss übergehen, dann auch solche, die eine direct giftige Wirkung besitzen. Auch enthalten diese Abwässer reichliche Mengen verschiedener Suspensa, die zur Versehlammung der Wasserläufe beitragen.

An die gänzliche Ausscheidung aller oder wenigstens der bedeutsamen dieser Verunreinigungen ist gar nicht zu denken, da dies Kosten verursachen würde, welche der Geschäftsbetrieb unmöglich verträgt. Es erscheint deshalb um so nothwendiger, Färbereien und Druckereien nur an grossen Flüssen zuzulassen, die ein genügendes Gefälle haben und die Verunreinigung durch die Färbereiwässer nicht erheblich empfinden.

Auch in diesem Falle ist weiter noch dafür zu sorgen, dass alle Abgänge in das Tiefwasser gelangen und hier rasch vertheilt werden. Anlagen, bei denen die Farbstoffreste am Ufer abgelagert oder daselbst angeschwemmt werden können, dürfen nicht gestattet werden.

Alle Färbereien und Druckereien, die an Wasserläufen liegen, welche im Verhältniss zum Fabriksbetriebe zu klein sind, geben zu fortwährenden berechtigten Klagen über Flusswasserverderbniss Anlass. In der That kann die Verunreinigung eines Flusses mit diesen Färbereirückständen (Kuhkoth, Krappabfälle, Säuren, Alkalien, Beizen, Flottenrückstände, giftige Metallsalze) das Wasser desselben zu Trink-, Tränk-, Koch- und Wirthschaftszwecken unbrauchbar machen und selbst Brunnen schädigen, welche von dem Wasserlauf genährt werden. In solchen Fällen ist es unerlässlich nothwendig, die Abwässer vor ihrem freien Ablassen einer Reinigung zu unterziehen, durch welche wenigstens einiger-

maassen der Wasserverderbniss und namentlich der Verschlammung entgegengewirkt wird.

Es wird empfohlen, die Abwässer mit Kalk oder Kalkmilch zu versetzen, gehörig durchzumischen und sie in Klärbassins längere Zeit ruhig absetzen zu lassen. Der sich hiebei bildende Niederschlag ist als Dünger verwerthbar. Die nach längerer Zeit sich mehr weniger klar über dem Niederschlag ansammelnde Flüssigkeit kann dann in Wasserläufe eingeleitet oder, wenn der Färberei Ländereien zur Verfügung stehen, zur Berieselung der Aecker und Wiesen vortheilhaft verwendet werden.

Eilftes Capitel.

Papier-Industrie.

Rohstoffe der Papierfabrication.

Das Papier ist im Wesentlichen ein dünner Filz aus Fasern pflanzlichen Ursprungs, der dadurch entsteht, dass man den auf mechanischem und chemischem Wege gereinigten und in feine und zarte Fäden zertheilten vegetabilischen Faserstoff in Wasser suspendirt, in dünne Schichten gleichmässig ausbreitet, dann aber das Wasser durch Ablaufenlassen, Auspressen und Trocknen in der Art entfernt, dass eine gleichmässig dünne Lage der filzartig angeordneten und dicht zusammenflicssenden Fäserchen zurückbleibt.

Das Material für die Filzmasse liefern folgende Stoffe: Hadern (Lumpen) von Leinen oder Hanf, Baumwolle, alte Stricke, Werg, Stroh, Seegras, Holz und Papierabfälle.

Seidene Hadern werden nicht zur Papierfabrication verwendet, da sie ein schlechtes Papier liefern würden und zur Herstellung gekrempelter Seide eine lucrativere Verwendung finden. Auch Schafwolllumpen geben ein sehr rauhes, wenig zusammenhängendes Papier und werden überdies zur Bereitung des Blutlaugensalzes weit vortheilhafter ausgenützt.

Das Sammeln und der Verkehr mit Hadern ist in sanitärer Beziehung von grösster Bedeutsamkeit. Durch Hadern können ansteckende Krankheiten, namentlich Krätze, Pocken, Milzbrand verschleppt und verbreitet werden.

So unzweifelhaft diese Thatsache ist, so lässt sich doch gegen diese Gefahr vom sanitätspolizeilichen Standpunkte nichts thun. Zu gebieten, dass nur sorgsam gewaschene Hadern in den Handel kommen, wäre wohl sehr nützlich, ist aber praktisch undurchführbar.

Die Aufbewahrung der Hadern verlangt vor Allem trockene und luftige Räume. Wenn Lumpen feucht werden, so treten in denselben Zersetzungsprocesse auf, welche die Emanation stinkender Gase und unter Umständen eine solche Wärme-Entwicklung zur Folge haben, dass die Lumpen in Brand gerathen. Durch die Stinkgase können die Anrainer ausserordentlich belästigt werden. In Hadernmagazinen siedeln sich massenhaft Motten an, welche auch in die benachbarten Wohnungen dringen und die wollenen und seidenen Stoffe beschädigen.

Das Sortiren und Verpacken der Hadern geschieht am häufigsten durch Einstampfen in Fässer und Ballen. Es entwickelt sich hiebei eine Menge Staub, dessen Zusammensetzung sehr bedeutsam ist. Von welcher Beschaffenheit und gesundheitlicher Bedeutung dieser Staub sein kann, wird anschaulich, wenn man sich vergegenwärtigt, dass den Hadern des Handels die ekelhaftesten Stoffe anhängen: eingetrockneter Eiter, Schleim, Fäkalien, Schmutz u. s. w. Sanitätspolizeilich lässt sich in dieser Beziehung nur im Allgemeinen anordnen, dass die Verpackung in einer Weise stattfinde, dass die Anrainer hiebei von dem Staub unbelästigt bleiben. Bestimmte dahingehende Anordnungen werden sich unter Berücksichtigung der jeweiligen localen Verhältnisse fallweise leicht präcisiren lassen. Hadernmagazine sollten nur auf Grund eines Gutachtens des Gesundheitsbeamten behördlich genehmigt werden.

In den Papierfabriken werden die Hadern von Säumen und Fädenknoten befreit und in Stücke oder Streifen geschnitten. Diese Arbeiten gefährden die hiebei Beschäftigten in hohem Grade durch den aus den Hadern sich entwickelnden Staub. Seiner Einwirkung wird mit vollem Recht die namentlich in österreichischen Papierfabriken so überaus häufig beobachtete Hadernkrankheit zugeschrieben. Zahlreiche Fälle deuten darauf hin, dass unter den Hadern einzelne mit contagiösen Stoffen behaftet sind und dass sich dieses Contagium mit dem Staub aus den Hadern bei ihrer mechanischen Bearbeitung entwickelt und von den Arbeitern inhalirt wird. Die Hadernkrankheit befällt ausnahmslos solche Arbeiter, welche die in die Fabrik einlangenden Lumpen zu sortiren und zu zerschneiden haben. Dieser pathologische Process verläuft unter den Erscheinungen der Septichämie; bei den Sectionen findet man die Lunge partiell entzündet und verjaucht. Im Blute der an der Hadernkrankheit Verstorbenen findet man regelmässig charakteristische Bacterien, welche, wie Heschl in zahlreichen Fällen darlegte, als Milzbrandbacterien aufzufassen sind.

Die Krankheit mag in den österreichischen Papierfabriken deshalb so häufig auftreten, weil dieselben ganz ungereinigte Hadern verarbeiten. Während der letzten 17 Jahre sind in der Papiermühle in Schlöglmühl 40 Arbeiter und in Oberwaltersdorf binnen 5 Jahren 13 Arbeiter an dieser Krankheit gestorben.

Bis jetzt ist es nicht gelungen, die Arbeiter wirksam zu schützen. Die zur Verhütung dieser Krankheit zu Rathe gezogenen Experten schlugen vor: „Bessere Ventilation der Arbeitsräume. Ueber den Hadernthischen sollen lange Holzschachte angebracht werden, an deren oberem Ende sich ein Ventilator befindet. Desinfection der Hadern durch vorheriges Auskochen und Befeuchten mit verdünnter Carbolsäure. Zum Sortiren und Tragen der Lumpen sollen nur völlig gesunde Arbeiter genommen werden und dieselben gehalten sein, Schwämme oder Respiratoren vor dem Munde zu tragen." Die Fabrikanten aber meinen, dass die Desinfection der Hadern vor dem Einführen in die Fabrik geschehen müsse.

Die zerschnittenen Lumpen werden in sogenannten Zauselern von Staub und Sand gereinigt und dann in Waschmaschinen mit Wasser, Soda, Aetznatron gekocht oder in geeigneten Apparaten unter erhöhtem Druck erhitzt. Beim trockenen Reinigen (in Zauselern) entsteht viel Staub, beim Kochen viel Gestank. Der Staub kann durch Exhaustoren, der Gestank durch Ableiten der beim Kochen entstehenden Dämpfe erträglicher gemacht werden. Die bei der Reinigung sich ergebenden Waschwässer enthalten den ausgekochten Schmutz. Unter Umständen wird es nothwendig sein, sie vor ihrem freien Ablassen und Einleiten in Canäle oder in Wasserläufe mit Kalk zu reinigen. Da die Production der zur Papierfabrication brauchbaren Hadern in letzter Zeit nicht in jenem Maasse zugenommen hat, als der gesteigerte Papierverbrauch, so musste man auf Ersatzmittel für die Hadern Bedacht nehmen. Unter den zahlreich vorgeschlagenen vegetabilischen Stoffen sind nur zwei billig genug und auch in hinreichender Quantität beschaffbar, um diesen Ersatz bilden zu können: Das Holz und das Stroh.

Die Herstellung von Holzpapierstoff zerfällt in Operationen, durch welche das Holz in kleine Blättchen zerschnitten und in solche, durch welche die reine Holzfaser, die Cellulose, von den in und um die Membranschläuche liegenden sogenannten Incrusterien: Harze, Oele, Stärke, Gummi befreit wird. Es soll alles Fremde, Alles, was nicht Cellulose ist, möglichst vollständig beseitigt werden. Letzteren Zweck erreicht unter den bisher vorgeschlagenen Methoden das Kochen des zerkleinerten Holzes mit Natronlauge unter erhöhtem Druck und nachheriges Auswaschen mit Wasser am besten. Die hiebei entstehenden laugehaltigen Abwässer werden durch Behandlung mit Kalk wieder regenerirt und können wiederholt benützt werden. Die letzten Waschwässer können, wenn nicht besondere Umstände dagegen sprechen, zum freien Abfluss zugelassen werden.

Nach dem Behandeln des Holzes mit Lauge wird dasselbe mit Chlorkalk gebleicht. Das Bleichen des Holzstoffes findet in derselben Weise statt, wie das weiter unten erwähnte Verfahren des Bleichens der Hadern.

Die Herstellung des Strohzeuges für die Papierfabrication besteht ebenfalls in der Zerkleinerung des Strohs weiter in der Behandlung des zerfaserten Strohs mit Kalk oder Natonlauge und im Waschen der so gewonnenen Masse mit reinem oder säurehaltigem Wasser. Beim Kochen der Strohmasse mit den genannten Reagentien entsteht kein belästigender Geruch. Die Abwasser können, wenn sie sauer sind, mit Kalk neutralisirt und sodann zum Abfluss zugelassen werden.

Papier-Erzeugung.

Die zerschnittenen und gereinigten Hadern werden nun entweder für sich allein oder nach Zusatz von Holzcellulose oder Strohzeug in dem „Holländer" verarbeitet. Ein solcher Holländer ist eine Vorrichtung, in der unter Mitwirkung von stetig zufliessendem Wasser durch eine sich drehende, mit Schneiden besetzte Trommel der zur

Papierfabrication dienende Stoff in einen Brei umgewandelt wird, dessen feste Theilchen mit einander verfilzt sind. Diese Umwandlung wird in den meisten Fabriken durch zwei etwas verschieden construirte Holländer, welche der Stoff nach einander passiren muss, bewirkt. Der eine Holländer (Halbstoffholländer) dient nur zur gröberen Zerfaserung der Lumpen und liefert das sogenannte Halbzeug. Dieses Halbzeug wird, bevor es in dem Ganzholländer weiter verarbeitet wird, der Bleichung unterzogen. Zur Bleichung dienen vierseitige Kammern, die aus Platten von Sandsteinen oder aus Ziegeln hergestellt werden. Statt des Mörtels bedient man sich zur Aufmauerung der Kammerwände des Asphaltkittes, weil dieser gegen Chlor widerstandsfähiger ist als Mörtel. Diese Kammern sind mit Etagen versehen, auf welche der Halbstoff ausgebreitet wird. Dieselben sanitären Gesichtspunkte, die bei der Chlorkalkfabrication erwähnt wurden, gelten auch hier.

Das Bleichen geschieht mitunter auch mit Chlorwasser oder mit Chlorkalk und anderen Bleichsalzen. Beim Bleichen mit Chlorwasser schüttet man letzteres in hölzerne ausgepichte Bottiche auf das feuchte und locker gezupfte Halbzeug. Soll dieses Verfahren für die Arbeiter nicht belästigend sein, so müssen die Bottiche einen guten Verschluss haben und muss für Ableitung des nicht absorbirten Gases gesorgt sein. Das Bleichen mit Chlorkalk oder mit Bleichsalzen wird mitunter im Halbholländer selbst vorgenommen, weshalb zu diesem Zwecke der Wasserwechsel, d. i. der Abfluss des schmutzigen und der Zufluss von reinem Wasser, während der Operation des Bleichens aufgehoben wird.

Der Halbstoff gelangt dann in den zweiten Holländer, um in Ganzstoff verwandelt zu werden. Der Ganzstoffholländer ist mit mehr Schneiden besetzt, als der Halbstoffholländer und in ihm werden alle Fasern gehörig fein und gleichmässig verkleinert. Ungeachtet der sorgfältigsten chemischen Bleiche ist der Ganzstoff nie vollkommen weiss, sondern besitzt einen schwachen gelblichen Schein. Um diesen zu entfernen, dem Papier eine bessere Weisse zu geben, häufig auch, um das absolute Gewicht des Papieres zu erhöhen, setzt man dem Papierzeuge während seiner Verarbeitung im Ganzstoffholländer gewisse Substanzen zu, wie Thon, Caolin, Gyps, Zinkweiss, Bleiweiss, schwefelsaures Blei, Ultramarin, Berlinerblau u. s. w. Ein grösserer Gehalt an Bleiweiss, Zinkweiss oder anderen Metalloxyden kann dem Papier, besonders wenn es zum Filtriren von Zuckerlösungen, Fruchtsäften, Kaffee u. s. w. benützt wird, bedenkliche Eigenschaften verleihen.

Die Abflüsse aus den Holländern, namentlich wenn darin gebleicht oder wenn mit dem Ganzstoff giftige Metallverbindungen verarbeitet wurden, sind ebenfalls sanitär bedeutsam.

Die meisten Papiere werden geleimt. Entweder wird das geformte Papierblatt an der Oberfläche oder es wird der Ganzstoff im Holländer in der Masse geleimt. Zum Leimen benützt man Harzleim, Seifenleim, Wachsleim mit Alaunlösung.

Der durch die Verarbeitung in den Holländern erhaltene und geleimte Brei wird nun zu Papier umgewandelt und zwar durch Ausbreitung des Stoffes zu einer dünnen, gleichförmigen Schichte, durch Entwässern dieser Schichte und Verdichtung der zurückgebliebenen festen Masse. Die Entfernung des Wassers geschieht auf dreierlei Weise, nämlich durch Filtration, hierauf durch Druck und zuletzt durch Verdunstung.

Diese Operationen, von denen der grösste Theil durch mechanische, äusserst sinnreich construirte Vorrichtungen geleistet wird, sind in hygienischer Beziehung von keiner besonderen Bedeutung, ebenso wenig wie die weiteren Manipulationen der Papierfabrication: das Falzen, Reinigen, die Couvert-Erzeugung u. s. w.

Das Färben des Papieres geschieht entweder in der Art, dass man die ganze Masse des Papiers färbt, indem man das Ganzzeug mit der betreffenden Farbe behandelt oder man streicht die geleimten Papiere mit den sogenannten Deckfarben an, oder endlich man bedruckt das grundirte Papier mittelst Walzendruckmaschinen, indem man ähnlich wie beim Zeugdruck und zwar wie beim Tafeldruck verfährt.

Vom sanitären Standpunkt ist darauf hinzuwirken, dass zur Papierfärbung, insbesondere zur Färbung solcher Papiersorten, die als Tapeten oder als Envelope für Nahrungs-Genussmittel oder zu Spielsachen für Kinder verwendet werden, keine giftigen Farben benützt werden.

Die Abwässer der Tapetendruckereien und der Papierfärbereien haben in sanitärer Beziehung die gleiche Bedeutung, wie die Abwässer der Zengfärberei und Zeugdruckerei.

Zwölftes Capitel.

Oel- und Firniss-Industrie.

Oel-Industrie.

Die flüssigen Fette nennt man Oele. Ausser dem Olivenöl sind es hauptsächlich die Samenöle, welche eine ausgebreitete Verwendung finden. Die Darstellung der letzteren ist in mehrfacher Beziehung von sanitätspolizeilichem Interesse.

Einige Oele (Oliven-, Palm-, Cocosnuss-, Rüb-, Mandelöl u. s. w.) bleiben an der Luft unverändert, andere dagegen (Lein-, Mohn-, Ricinus-, Hanföl u. s. w.) nehmen beim Stehen an der Luft aus dieser Sauerstoff auf und trocknen hiebei zu einer durchsichtigen Masse ein.

Letztere Oele nennt man deshalb eintrocknende Oele und verwerthet sie hauptsächlich zu Firnissen; die nichttrocknenden Oele dienen entweder, wie das Olivenöl als Speiseöl oder wie das Rüböl als Brennöl. Sollen die nicht eintrocknenden Samenöle als Brennöle dienen, so müssen sie von gewissen Substanzen, die

im frisch ausgepressten Oel enthalten sind, und zwar von Schleimstoffen, Gummi, Harz, Eiweiss, befreit werden, da diese Stoffe das Russen der Oellampe und das Verstopfen ihres Dochtes bedingen. Dagegen beschränken diese Stoffe nicht die Verwendung der Oele als Speiseöle und werden demnach aus den als Nahrungsmittel dienenden Olivenölsorten nicht entfernt.

Die Reinigung der Brennöle von den Eiweiss-, Gummi- und Harzsubstanzen geschieht entweder durch Absitzenlassen beim langen, ruhigen Stehen, wobei sich das sogenannte Oeltrieb ablagert, das in der Seifenfabrication Verwendung findet, oder durch Behandlung des Oeles mit Schwefelsäure oder Chlorzink. Bei diesem Verfahren ergibt sich ein schwarzer schwefelsäure- oder chlorzinkreicher Rückstand als Abfall, der, wenn er nicht durch Kalk gereinigt wird, sondern ohneweiters zum Ablassen kommt, mancherlei berechtigte Klagen über Boden- und Brunnenverderbniss hervorrufen kann.

Die Samenöle wurden früher nur durch Auspressen oder Schlagen gewonnen. Hiebei werden die Samen zuerst zerquetscht, dann erwärmt und hierauf entweder mit hydraulischen Pressen gepresst oder in Stampfwerken geschlagen. Das Erwärmen findet meist bei einer Temperatur von 100° C. statt; es entwickelt sich hiebei in dem Fabriksraum ein für manchen Menschen sehr widerlicher Oeldunst. Ebenso auch beim Stampfen; letzteres kann ferner die Nachbarschaft durch den dadurch bedingten, oft recht belästigenden Lärm sehr unangenehm werden.

Oelpressen und Oelstampfen sollten deshalb stets in luftigen, gut ventilirten Räumen situirt sein. Gegen die Belästigung durch den Lärm erwiesen sich Kautschukpolsterungen an den stossenden Maschinentheilen nützlich. Der beim Pressen entstehende Oelkuchen besteht aus Eiweiss, Schleim und Samenhülsen und dient als Viehfutter oder als Düngstoff.

Gegenwärtig wird das Oel nur mehr selten durch Pressen und Schlagen, sondern weit mehr mittelst Extraction mit Schwefelkohlenstoff dargestellt. Hiebei werden die zu bearbeitenden Samen in Verdrängungsapparaten durch Schwefelkohlenstoff ausgelaugt und letzterer aus der Oellösung durch indirecten Dampf abdestillirt.

Bei der Feuergefährlichkeit und Giftigkeit des Schwefelkohlenstoffes ist es nothwendig, dass alle Theile des Apparates, welche Schwefelkohlenstoff enthalten, völlig dicht schliessen, und unter einander derart verbunden sind, dass der Schwefelkohlenstoff aus einem Apparat in den andern mittelst dichter Röhrenleitungen gelangen kann. Diesen Forderungen ist in gut eingerichteten Oelfabriken vollkommen entsprochen. Ein grosses Reservoir dient für die Aufnahme des in Arbeit befindlichen Schwefelkohlenstoffes; Extractionsgefässe, welche die Form aufrechtstehender Cylinder haben, nehmen die Samen auf; Destillirgefässe mit Kühlschlangen destilliren die concentrirte Oellösung ab, während kleinere Reservoirs, zusammen von dem Gehalte des Hauptreservoirs, den abfliessenden

Schwefelkohlenstoff aufnehmen. Eine Luftpumpe vermittelt die Bewegung der Flüssigkeiten, da jedes Gefäss mit der Saug- und Druckseite derselben verbunden werden kann.

Nebstdem ist es nöthig, für eine sorgfältige Ventilation der Fabriksräume zu sorgen.

Werden alle diese Cautelen beachtet, so ist diese Industrie mit keiner erheblichen Gefahr oder Belästigung verbunden.

Firnisse.

Unter Firniss versteht man eine Flüssigkeit von öl- oder harzartiger Beschaffenheit, die zum Ueberziehen von Gegenständen benützt wird und auf denselben nach dem Trocknen einen dünnen Ueberzug hinterlassen soll, der sie vor der Einwirkung der Luft und des Wassers schützt und ihnen eine glänzende, zum besseren Aussehen dienende Oberfläche gibt. Man unterscheidet Oel-, Weingeist- und Terpentinölfirnisse.

Die Oelfirnisse beruhen auf der Eigenschaft der eintrocknenden Oele, namentlich des Leinöls, an der Luft Sauerstoff aufzunehmen und zu einer zähen, durchsichtigen Masse auszutrocknen. Diese Umänderung geht dann schneller vor sich, wenn man das Leinöl mit sauerstoffreichen Metalloxyden, z. B. Bleiglätte, Zinkoxyd, Braunstein, Salpetersäure, behandelt hat. Man nennt diese Substanzen Siccative. Das Leinöl wird mit diesen Siccativen im Wasserbade erwärmt, ein Theil desselben löst sich als ölsaures Oxyd in der Flüssigkeit auf, ein anderer Theil gibt seinen Sauerstoff her und findet sich reducirt auf dem Boden des Gefässes wieder, ein Sediment bildend. Geschieht das Erhitzen des Leinöls mit den Siccativen auf freiem Feuer, so entwickeln sich durch Anbrennen des Bodensatzes sehr leicht und reichlich Aroleïndämpfe, welche Augen, Nase und alle Schleimhäute heftig reizen. Diese Dämpfe sind es hauptsächlich wegen deren Firnissfabriken von den Anrainern gefürchtet werden.

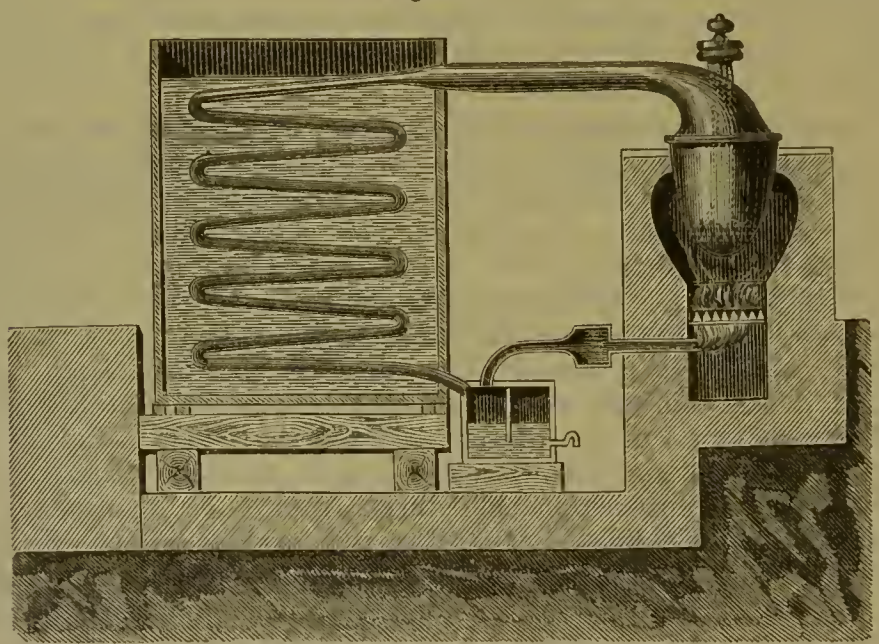
Dieser Uebelstand lässt sich durch Abkochen im Wasserbade bis zur Erträglichkeit meiden. Nahezu vollständig lassen sich die Belästigungen der Firnisssiedereien dadurch vermeiden, dass man das Sieden mit Siccativen in geschlossenen, aussen mit Dampf geheizten Kesseln vornimmt. Im Innern des Kessels bewegt sich ein Rührwerk, dessen Führung durch eine Stopfbüchse geführt ist. Vom obern Theil des Kessels geht ein Rohr ab, das die beim Firnisssieden entstehenden Dämpfe in den Feuerraum ableitet. Das Eintragen der Siccative findet durch einen mit einem Absperrhahn versehenen Trichter statt.

In sanitärer Beziehung ist auch zu beachten, dass bei der Firnissfabrication die Arbeiter viel mit Bleipräparaten zu thun haben und daher sich leicht Blei-Intoxicationen zuziehen können.

Ausser den oben erwähnten, sanitär bedeutsamen Momenten kommt noch bei Firnisssiedereien deren Feuergefährlichkeit in Betracht. Mit Rücksicht auf diese wird man auf eine möglichst isolirte Lage bei Neuanlage derartiger Etablissements dringen.

Oel-Lackfirnisse. Anstriche, die sich durch besonderen Glanz auszeichnen sollen, werden aus Auflösungen von Harzen, namentlich Copal und Bernstein in Leinölfirniss dargestellt. Diese Harze müssen jedoch vorher durch Schmelzen in eine lösliche Form gebracht worden sein. Hiebei entweichen flüchtige Oele von starkem Geruch, ausserdem entwickelt sich Wasserdampf, der in Folge seines Gehaltes an Bernstein-, Essig- und Ameisensäure von höchst saurer Reaction ist. Die Masse der sich verflüchtigenden Stoffe ist eine sehr bedeutende. Die sich hiebei entwickelnden flüchtigen Oele sind zum Theile leicht, zum Theile schwer condensirbar. Sie sind gute Lösungsmittel für Harze. Sie können leicht gewonnen werden, wenn die Fabrication so vorgenommen wird, dass das Flüchtige zur Condensation gelangt.

Fig. 190.



Die beim Schmelzen der Harze sich verflüchtigenden Stoffe wirken auf Menschen und Thiere, namentlich auf Vögel höchst nachtheilig ein. Vögel können durch die Ausdünstungen zu Grunde gehen. Auf den Menschen wirken sie derart reizend ein, dass Bluthusten, chronische Bronchitis und Intercostalneurose als Folgezustände ihrer andauernden Einathmung auftreten.

Es genügt also nicht, wenn in offenen Kesseln geschmolzen wird, die Schmelzgefässe einfach unter einen Rauchfang zu stellen. Im Interesse der Arbeiter und etwaiger Anrainer sollte alles Verflüchtigbare condensirt und in die Feuerung (Fig. 190) geleitet werden. Die Condensationsproducte sind, wie bereits erwähnt, verwerthbar, so dass die Kosten der Aufstellung völlig geschlossener mit Kühlvorrichtungen, Condensationsgefässen und Ableitungsröhren in die Feuerung versehener Apparate hinlänglich gedeckt werden. Von dem Vorhandensein derartiger Einrichtungen hängt naturgemäss die Beantwortung der Frage ab, in welcher Entfernung von Wohnungen die Oellackfirnissfabriken statthaft sind.

Die Weingeistfirnisse sind Auflösungen gewisser Harze, wie Sandarac, Mastix, Damar, Gummilack, Anime u. s. w., in Alkohol, Holzgeist, Aceton, Benzol, Photogen, Petroleum, Petroleumäther u. s. w. Die Darstellung geschieht durch Erhitzen in einer Destillirblase mit Helm und Schlangenrohr, um das während der Auflösung der Harze sich verflüchtigende Lösungsmittel wieder zu gewinnen. Der Helm hat eine Stopfbüchse, durch welche die Stange eines Rührers geht. In sanitärer Beziehung ist hervorzuheben, dass häufig das Harz, welches zur Bereitung des Weingeistfirnisses dient, mit Glaspulver vermischt und innig gemengt wird, um ein Zusammenballen des Harzpulvers zu verhindern. Diese Manipulation sollte stets in geschlossenen Gefässen geschehen, da das Einathmen des feinen Glasstaubes Gaumen- und Mundentzündungen, sowie Rachenschleimhaut-Affectionen hervorruft. Die Terpentinölfirnisse werden ähnlich dargestellt. Auch bei dieser Fabrication muss für dicht geschlossene Gefässe, vollständige Condensation der Terpentindämpfe gesorgt sein; weiter wären die Schürlöcher der Feuerung ausserhalb der Arbeitsräume anzulegen, weil nur auf diese Weise Explosionen und Feuerausbrüche leichter verhütet werden.

Hier sei noch der Wachstuchfabriken erwähnt. Wenn sich dieselben ihre Lacke selbst bereiten, so gelten in Bezug auf diesen Theil der Wachstuchmanufactur die gleichen Grundsätze wie bezüglich der Oellackfabriken.

Die selbst bereiteten oder die aus dem Handel bezogenen Lacke werden auf Zeuge gestrichen und dann an der Sonne oder in besonderen, künstlich erwärmten Räumen getrocknet. Beim Aufstreichen und Trocknen verdunsten flüchtige Firnisstheilchen, und es entsteht ein Geruch, der für die Arbeiter und Anrainer lästig und gefährlich ist. Die Arbeiter und Anrainer klagen, dass die Dämpfe aus der Trockenstube ihnen Eingenommensein des Kopfes und Schwindel erzeugen. Manche Personen, namentlich Frauen werden besonders leicht afficirt, bekommen Kopfschmerzen, Uebelkeit und sogar Ohnmachtsanfälle. Aus diesem Grunde wird man derartige Fabriken in Städten in der Regel nicht dulden können. Im Interesse der Arbeiter wird man eine möglichst ausgiebige Ventilation der Trockenräume fordern.

Kautschuk-Industrie.

Den Harzen verwandt ist der Kautschuk, der in dem Milchsaft vieler Pflanzen (Siphonia elastica, Ficus indica u. s. w.) vorkommt.

Für die Verarbeitung des rohen Kautschuks zu den verschiedenen Kautschukwaaren muss derselbe zuerst gereinigt werden. Es geschieht dies meist durch Einweichen des in kleine Stücke zerschnittenen Rohkautschuks in warmem Wasser. Die gewaschenen Kautschukstücke werden getrocknet und dann durch Knetmaschinen und Walzwerke wieder zu einer gleichförmigen Masse vereinigt, aus der die herzustellenden Waaren, je nach dem Zwecke, dem sie dienen sollen, entweder sofort oder nachdem die Kautschukmasse vulkanisirt oder hornisirt wurde, verfertigt werden.

Das Vulkanisiren besteht nähmlich in einer Incorporation des Kautschuk mit Schwefel; es verleiht dem Kautschuk die Fähigkeit, auch bei grosser Kälte elastisch zu bleiben. Der hornisirte Kautschuk ist nur eine Modification des vulkanisirten Kautschuks, die sich durch braunschwarze oder auch schwarze Farbe, eine dem Horn oder Fischbein fast gleichkommende Härte auszeichnet und deshalb zu ganz andern Artikeln geeignet ist, als der gewöhnlich vulkanisirte Kautschuk.

Die Vulkanisirung erfolgt nach zwei Methoden, von welchen die eine unter Erwärmung pulverförmigen Schwefel durch Walzen in Kautschuk hineinarbeitet und die Masse nach der Formung auf ungefähr 130° C. erhitzt, während die andere Methode durch kurzes Eintauchen der im Wesentlichen fertig geformten Gegenstände in eine Mischung von Schwefelkohlenstoff und Chlorschwefel vulkanisirt. Gegenwärtig wird auch ausser Schwefel zum Erschweren und Elastischmachen und Härten der Masse Zinkweiss, Pfeifenthon, Schwefelblei, unterschwefligsaures Blei eingeknetet. Die Bereitung des hornisirten Kautschuk ist die nämliche, wie die Fabrication von vulkanisirtem Kautschuk, nur wird mehr Schwefel incorporirt.

Zu dem sanitär beachtenswerthen Momente der Kautschukfabrication gehört vor Allem das Incorporiren des Kautschuks mit den zur Vulkanisirung und zum Härten gebräuchlichen Substanzen. Die hier stattfindende Staubbildung und die Einwirkung der Schwefelkohlenstoffdämpfe macht die Arbeit zu einer gesundheitlich gefahrvollen. Wenn irgendwo, so sind bei dieser Operation Schutzmaassregeln nothwendig. Die Behandlung des Kautschuks mit Schwefelkohlenstoff und Chlorschwefel sollte stets nur in freistehenden oder wenigstens in luftigen, gut ventilirten Räumen geschehen. Mit Rücksicht auf die Staubbildung wären Exhaustoren anzubringen und die Arbeiter zu verhalten, sich Mund und Nase durch vorgehaltene Tücher zu schützen.

Weiter ist hervorzuheben, dass von den Kautschukwaaren manche, wie Cigarrenspitzen, Saughütchen für Kinder, Pessarien, Spielzeug etc., mit dem Körper in solche Berührung kommen, dass die Incorporation von Bleiweiss oder Zinkoxyd oder ähnlichen Verbindungen beschädigen kann; dies ist thatsächlich beim Gebrauch der Saughütchen vorgekommen.

Dreizehntes Capitel.

Industrielle Verarbeitung landwirthschaftlicher Producte.

Zuckerfabrication.

Obwohl Zucker in verschiedenen Pflanzensäften vorkommt, so ist es doch nur das Zuckerrohr und die Runkelrübe, welche mit Vortheil als Rohmaterialien für die Zuckerfabrication dienen können. Bei uns, wo nur Zuckerrübe und kein Zuckerrohr vorkommt, ist

die Zuckerfabrieation aus Runkelrüben allein üblieh, weshalb aueh nur diese naehfolgend zur Bespreehung kommt.

Die Darstellung des Zuekers aus Rüben gestaltet sieh im Allgemeinen folgendermaassen: Die durch Maschinen gewaschenen und geputzten Rüben werden entweder zu Brei zerrieben oder in Schnitzeln (Schnittlinge) zerschnitten. Der Rübenbrei oder die Schnittlinge werden behufs Gewinnung des Rübensaftes entweder mit hydraulischen Pressen oder auf andere Art ausgepresst oder es wird der Zucker durch Maceration oder Dialyse ausgelaugt. Beim Auslaugen der Sehnittlinge erhält man einen nur mit geringen Mengen fremder Rübenstoffe verunreinigten Zuckersaft; beim Auspressen dagegen resultirt ein Rübensaft, der nicht nur eine Lösung von Zueker, sondern eine Lösung sämmtlicher löslieher Bestandtheile der Rübe ist, von denen insbesondere die stiekstoffhaltigen, weil sie unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft in Ferment übergehen und den Zucker in Milchsäure und andere Producte überführen würden, entfernt werden müssen. Den reinsten und an Zucker reichsten Rübensaft liefert das dialytische Verfahren.

Bis jetzt ist es noeh nieht gelungen, den gelösten Zueker von allen diesen Verunreinigungen zu befreien. Man sucht zuvörderst nur diejenigen zu entfernen, welche der Herstellung von reinem Zucker am meisten hinderlich sind oder dureh welehe der Zueker sein Krystallisationsvermögen einbüssen würde.

Das zu diesem Zwecke bis jetzt allgemein übliche Verfahren besteht darin, dass man den Saft in Pfannen möglichst rasch erhitzt, wodureh die Eiweissverbindungen eoaguliren. Sobald die Coagulation erfolgt ist, wird dem Safte verdünnte Kalkmilch zugemischt. Der Kalk sättigt die in dem Safte enthaltenen freien Säuren und scheidet die stiekstoffhaltigen Substanzen zum Theile als Bodensatz aus, zum Theile zersetzt er sie in flüehtige Ammoniakverbindungen.

Hiedurch ist der Rübensaft kalkhaltig geworden. Der grösste Theil des Kalkes wird dureh Einleiten von Kohlensäure, welche entweder dureh Verbrennen von Holzkohle oder Gaseoaks oder aus Magnesit mit Schwefelsäure bereitet wird, ausgefüllt. Ein Theil des Kalkes bleibt in der Lösung zurück. Naehdem der klare Saft von dem Kalkniederschlag, welcher sich abgesetzt hat, abgelassen worden ist, wird er in Abdampfpfannen oder in Vacuum-Apparaten bis zu einer bestimmten Concentration eingedampft und dann als sogenannter Dünnsaft dureh Knoehenkohle das erstemal filtrirt. Die Knoehenkohle ist grob gepulvert (gekörnt) und hat die Eigenschaft, nicht nur entfärbend, sondern auch entkalkend und entsalzend auf den Zuckersaft zu wirken. Die von der Kohle aufgenommenen fremden Bestandtheile können aus derselben wieder entfernt werden, so dass die Kohle wieder von Neuem zu gebrauchen ist. Der Proeess, durch den die Entfernung der von der Kohle absorbirten Stoffe geschieht, wird Wiederbelebung der Kohle bezeiehnet.

Nach der ersten Filtration durch Knochenkohle wird der Saft weiter eingedampft, nochmals über Kohle gereinigt und dann im Vacuum bis zum Eintritt der Krystallisation verkoeht. Die fernere

Behandlung der Masse bezweckt jetzt die möglichst vollständige Abscheidung der Zuckerkrystalle von ihrer Mutterlauge, welche Melasse genannt wird.

Zu diesem Zwecke wird der aus dem Vacuum herausgenommene Dicksaft, häufig nach Zusatz von etwas blauem Farbstoff, namentlich Ultramarin, um dem künftigen Zucker eine grössere Weisse zu geben, in ein Gefäss gebracht, in dem er eine bestimmte Temperatur annimmt. Die Zuckerlösung muss nämlich auf jene Temperatur gebracht und derart concentrirt sein, dass sich beim Einfüllen derselben in die Formen beim Erkalten krystallinischer Zucker (Füllmasse) abscheidet. Man bringt die „füllwürdige Masse" in ein Füllbecken, welches einen breiten Ausguss hat und giesst sie aus diesem in die Formen, welche meist aus glasirtem Eisenblech bestehen. Für geringere Zuckersorten gebraucht man Bastardformen die häufig grösser sind, für bessere Zuckersorten hingegen hat man kleine Formen, Melisformen. Die Formen haben die bekannte conische Form der Zuckerhüte und sind an ihrer Spitze offen. Die untere Oeffnung wird vor dem Eingiessen der Füllmasse mittelst eines Pfropfes geschlossen. Nach Verlauf von 24 Stunden ist die Zuckermasse so weit erkaltet, dass man die Formen auf Untersätze oder auf besondere Gestelle bringen kann, unter denen sich ein Gefäss zum Auffangen des aus der unteren nunmehr wieder frei gemachten Oeffnung der Formen ausfliessenden Syrupes befindet. Damit der Syrup besser ausfliesst, stehen die Formen an einem warmen Ort, dessen Temperatur 34—38° beträgt. Der abgeflossene Syrup heisst grüner oder auch ungedeckter Syrup. Die in den Formen zurückbleibende Zuckermasse enthält ausser krystallisirbarem Zucker noch mehr weniger von Melasse, welche in den Zwischenräumen der Zuckerkrystalle zurückgehalten wird, und wenn darin belassen, die Farbe, Festigkeit und die Trockenheit des Hutzuckers beeinträchtigen würde. Sie muss deshalb entfernt werden, und dies geschieht durch das sogenannte Decken. Das Decken, wie es gegenwärtig geschieht, ist nichts Anderes als ein Auswaschen der in den Zwischenräumen zurückgebliebenen Melasse durch farblosen Zuckersyrup (Klärsel). Zu dem Ende wird der Zucker in den Hüten mit reinem Zuckersyrup übergossen, welcher die Melasse verdrängt und nach unten treibt. Der Zuckersyrup bleibt zwischen den Krystallen und setzt beim Trocknen wieder krystallinischen Zucker ab. Der letzte Rest der Feuchtigkeit wird dadurch verdrängt, dass man an die Spitzen der Formen mittelst Kautschuk die trichterförmigen Oeffnungen von Saugröhren anlegt und durch diese Röhren den Syrup aus der Zuckermasse absaugt. Man nennt diesen Apparat Nutsch- oder Saugapparat.

Jener Zucker, der beim Erkalten der Zuckermasse entstand, heisst erstes Product und liefert die reinste Zuckersorte, die Raffinade; der dabei gewonnene Syrup wird eingedampft und liefert nach dem Erkalten wieder krystallisirbaren Zucker, dieser wird zweites Product (Meliszucker) genannt; aus dem Syrup dieses Zuckers bekommt man in gleicher Weise ein drittes und viertes Product (Lomps-, Koch-, Bastardzucker).

Der von den geringeren Sorten ablaufende Syrup enthält namhafte Mengen fremdartiger Bestandtheile, namentlich Stoffe metallischer Natur, die von den zur Zuckerfabrication verwendeten Gefässen stammen. Es sollte deshalb dieser Syrup, den man häufig Raffinade-Melasse nennt, nicht zu Liqueuren, Speisen, Kuchenbäckereien, sondern nur zu Branntwein, Pottasche u. s. w. (siehe unten) verwendet werden.

Aus dieser Beschreibung der Zuckerfabrication ergibt sich, dass nachfolgende Momente hierbei von sanitärer Wichtigkeit sind:

a) Die nach Gewinnung des Rübensaftes zurückbleibenden Rübenreste werden gewöhnlich als Viehfutter verwendet und deshalb in Gruben eingemacht. Sie gehen hiebei eine saure Gährung ein, durch welche sich allerlei flüchtige, fette Säuren, Milchsäure und auch Schwefelwasserstoff bilden und zu Gestank in der Umgebung der Grube Veranlassung geben. Diese Gruben dürfen deshalb nur derart angelegt werden, dass durch sie die Nachbarschaft nicht belästigt werden kann. Es hat sich der Vorschlag bewährt, diese Rübenreste aufzulockern, mit Salz zu mengen, das Gemenge mit hydraulischen Pressen zu Kuchen zusammenzudrücken und sie wie Brot zu backen. Die so gebackenen Rübenreste erhalten sich monatelang conservirt und werden vom Rind und vom Pferd gern gefressen.

b) Beim Behandeln des Rübensaftes mit Kalk und beim Eindampfen des noch nicht vollständig vom Kalk befreiten Dünnsaftes entwickeln sich in Folge der Einwirkung des kaustischen Kalkes auf die Eiweisskörper des Rübensaftes ammoniakalische Dämpfe und eigenthümliche Riechstoffe. Doch ist die hieraus resultirende Belästigung in der Regel keine sehr erhebliche.

Immerhin ist es vortheilhaft, wenigstens durch ausgiebige Lüftung für möglichst rasche Entfernung dieser Dämpfe und Riechstoffe aus dem Arbeitslocale zu sorgen, da deren andauernde Einathmung mit den häufigen dispeptischen Störungen und Diarrhöen, an denen Zuckerfabriksarbeiter leiden, in ursächlichen Zusammenhang gebracht wird.

c) In den Localen, wo das Eindampfen der Zuckerlösungen, namentlich aber in jenen Räumen, in denen das Decken des Zuckers vorgenommen wird, sind die Arbeiter der fortwährenden Einwirkung einer heissen und feuchten Luft ausgesetzt. Sie müssen oft stundenlang und tagelang eine Temperatur von 36—39° ertragen, die um so nachtheiliger wirkt, als die Luft der Räume relativ sehr reich an Wasserdampf ist. Die feuchte Wärme, unter deren stetem Einflusse die Arbeiter stehen, erhält sie fortwährend in Schweiss und führt endlich zur Entkräftung. Häufig kommt es auch zum Hitzschlag. Verlassen die Arbeiter jäh und unvorsichtig die heissen Arbeitsräume, so sind sie raschen Temperaturdifferenzen ausgesetzt und ziehen sich Erkältungskrankheiten zu. Es ist dies besonders darum so häufig der Fall, weil die Zuckerfabriken in der Regel nur während des Winters arbeiten.

Als hier in Betracht kommende Präservativmaassregeln sind zu bezeichnen: Auswahl solcher Arbeiter, welche kräftig sind und Hitze gut vertragen. Man hat die Erfahrung gemacht, dass Arbeiter, welche leicht schwitzen die Arbeit in den heissen Räumen weit besser vertragen, als solche, deren Haut trocken bleibt. Ein systematischer Wechsel der Arbeit in den Zuckerfabriken ist durchaus erforderlich, wenn man nicht tüchtige Kraft hinsiechen lassen will.

Auch sollten die Arbeiter angehalten und ihnen von Seite der Fabrik Gelegenheit geboten werden, ihrer Körperpflege gewissenhaft Rechnung zu tragen. Badeeinrichtungen und geheizte Garderobezimmer, in welcher die Arbeiter ihre verschwitzten Kleider beim Verlassen der Fabrik ablegen, sollten in jeder Zuckerfabrik vorhanden sein.

Leider geräth man bei solchen Vorschlägen stets mit dem pecuniären Interesse des Fabrikanten in Conflict, obgleich ihre Durchführung wohl möglich ist, wenn die Fabrikanten nur den redlichen Willen haben.*)

d) In sanitärer Beziehung sehr bedeutsam ist die Wiederbelebung der Knochenkohle. Die Wiederbelebung der Kohle wird in Zuckerfabriken verschieden vorgenommen; meist jedoch werden hiebei folgende Methoden angewendet:

Zunächst wird die Knochenkohle in Haufen oder in Bottichen mit warmem Wasser oder auch ohne Wasserzusatz einer Art Gährung unterworfen, welche durch öfteres Umschütteln der Masse befördert und geregelt wird. Hiebei vergast ein grosser Theil der in der Kohle absorbirt vorhandenen Stoffe zu Kohlensäure, Kohlenwasserstoff, Schwefelwasserstoff, und es entstehen nebstdem flüchtige Fettsäuren und andere Fäulnissproducte. Der ganze Process ist mit viel Gestank verbunden und kann, wenn die freiliegenden Spodiumhaufen durch Regenwasser ausgelaugt werden oder beim Lagern in Bottichen der Cementmörtel angegriffen und durchlöchert wird, auch den benachbarten Brunnen recht verderblich werden.

Nach beendeter Gährung wird die Kohle ausgewaschen. Die hiebei sich ergebenden Waschwässer sind oft so reich an valerian-, butter-, bernstein-, asparagin-, phosphor- und essigsaurem Kalk, dass einzelne Etablissements diese Waschwässer zur Gewinnung der in ihnen vorhandenen organischen Substanzen mit Nutzen verwerthen. Jedenfalls sollte das freie Ablassen dieser Wässer in kleine Bäche oder in Schlinggruben nicht gestattet, sondern gefordert werden, dass zuvor deren Reinigung (auch hier hat sich Kalkmilch als Reinigungsmittel bewährt) vorgenommen werde.

In manchen Fabriken wird die Gährung ganz unterlassen und durch Kochen der Kohle mit Natronlauge ersetzt; andere Fabriken lassen die Kohle zuerst gähren und behandeln sie nach der Gährung mit Natronlauge. Bei der Behandlung der Kohle mit Natronlauge entstehen immer ammoniakalische Dämpfe, die sich

*) Eulenberg, Gewerbehygiene 501.

durch die Zersetzung der Eiweisskörper bilden. Man sollte deshalb diese Operation in Bottichen vornehmen, die unter dem Busen einer gut ziehenden Esse stehen oder wenigstens in luftigen Räumen. Nach der Behandlung mit Natronlauge wird das Spodium mit Wasser und dann mit angesäuertem Wasser gewaschen. Hiebei entwickeln sich wieder flüchtige Fettsäuren, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, welche die Luft übelriechend machen, weshalb auch diese Operation in gut ventilirten Localitäten ausgeführt werden soll. Durch die Behandlung mit angesäuertem Wasser wird hauptsächlich der von dem Spodium aufgenommene Kalk entfernt und die organischen Salze zersetzt. In dem sauren Waschwasser sind demnach organische und unorganische, gelöste und suspendirte Substanzen enthalten, so dass ihr freies Ablassen unter Umständen recht nachtheilige Folgen haben kann. Es wird angerathen, diese sauren Abwässer mit den alkalischen Abwässern zu vermischen und dann als Düngemittel oder zur Berieselung zu benützen.

Nach dem Gähren oder nach der Behandlung mit Natronlauge und saurem Wasser wird die Kohle getrocknet und dann geglüht. Das Trocknen geschieht auf Darrplatten und belästigt, wenn keine Vorsichtsmaassregeln getroffen sind, die Arbeiter, welche die feine Kohle fortwährend umschaufeln müssen, durch den Kohlenstaub und durch die schon beim Trocknen aus der Kohle aufsteigenden Gase und Dämpfe sehr erheblich.

Das Glühen selbst geschieht in Apparaten von sehr verschiedener Construction. Die Dämpfe, die beim Glühen entstehen, sind: Kohlenoxyd, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Cyanwasserstoff, Ammoniak u. s. w.

Es lassen sich an diesen Glühapparaten als auch an der Darrvorrichtung ganz gut solche Einrichtungen treffen, durch welche die riechenden und sonst bedeutsamen Gase verbrannt und so die Beschädigung der Arbeiter und der Gestank in der Umgebung beseitigt oder wesentlich vermindert wird.

e) Aus dem Vorstehenden geht hervor, dass die Abwässer der Zuckerfabrication, welche sich beim Auswaschen der Presstücher, bei den verschiedenen Manipulationen der Wiederbelebung des Spodiums, beim Reinigen der Apparate und Gefässe der Zuckerfabrik ergeben, von hoher sanitärer Bedeutung sind, da sie eine Menge organischer, zum Theil stickstoffhaltiger und leicht in Gährung und Fäulniss übergehender Bestandtheile enthalten. Rasch werden sie zersetzt und erzeugen überall, wo sie keinen hinreichenden Abfluss haben, die widerlichsten Gerüche, führen zu Verschlammung der Wasserläufe und begünstigen die massenhafte Bildung von Algen (namentlich von Leptomitus lacteus). Die in den Abgängen der Zuckerfabrik constant vorhandenen schwefelsauren Salze werden unter Umständen zu Schwefelmetallen reducirt, deren Zersetzung dann grosse Mengen von Schwefelwasserstoff liefert; die Rückstände der Zuckerfabrication bestehen auch aus Rübendritus, Rübensalzen, unverändertem oder verändertem Zucker und anderen organischen Substanzen, welche zur Bildung von Essigsäure, Buttersäure führen,

deren Emanationen sich den anderen Riechstoffen beimischen. Die Algenvegetation entwickelt sich in der Regel da, wo die Abflusswässer mit fliessendem reinen Wasser zusammenkommen. Die ausgebildete Alge stellt ein durcheinander gewirrtes Gewebe von zarten, gegliederten Fäden dar, die in eine keulenförmige, mit körniger Masse gefüllte Spitze endigen und sich zu zopfartigen Büscheln vereinigen. Diese Alge ist ein beliebter Aufenthaltsort zahlreicher Infusorien. Sie bedarf zu ihrer Entstehung faulstoffhaltiger Substanzen, kann aber in ganz fauligem Wasser sich nicht entwickeln, hat auch immer den Zufluss von frischem, sauerstoffhaltigen Wasser nöthig, weshalb sie, wenn sie in ganz fauliges Wasser gelangt, zerfällt und in eine gallertartige Masse zusammenschrumpft, wobei sich ein Geruch nach faulen Fischen entwickelt.

Diese Zersetzungsvorgänge, welche die Alge bedingt, und die Fäulnissprocesse, welche durch den Gehalt an organischen Substanzen in den Abwässern der Zuckerfabriken hervorgerufen werden, können ursprünglich reine Bäche von geringer Breite und Tiefe, sowie von schwachem Gefälle ganz verschlammen und ihre Umgebung ungesund machen. Es ist wiederholt der Fall vorgekommen, dass Leute, welche in der Nähe dieser Bäche wohnten, in Folge der starken Entwicklung von Schwefelwasserstoff krank wurden, alle Metallgegenstände in der Nähe sich schwärzten, Nahrungsmittel einen widrigen Geruch annahmen. Das Wasser erhält das Aussehen einer stinkenden, trüben Jauche und wird oft so verschlammt, dass es nicht einmal zum Feuerlöschen dienen kann.

Vom sanitären Standpunkte muss die Zuckerfabrik verhalten werden, für eine zweckmässige, gefahrlose Ableitung dieser Abwässer zu sorgen. Gestattet die Lage der Fabrik die Ableitung der Abgänge in einen grossen Fluss nicht, so fordert die öffentliche Gesundheitspflege eine solche Reinigung der Abfallwässer, dass eine Schädigung durch dieselben ausgeschlossen ist. Man hat zum Zwecke dieser Reinigung die Abgänge entweder durch Seihvorrichtungen passiren oder in Sammelreservoirs absitzen lassen, um so wenigstens die festen Substanzen abzuscheiden. Man hat auch die Abwässer mit verschiedenen Desinfectionsmitteln, namentlich nach dem Süvern'schen Verfahren behandelt.

Alle diese Reinigungsmethoden erwiesen sich wegen der Massenhaftigkeit der in den Zuckerfabriken sich ergebenden Abwässer einerseits sehr kostspielig und andererseits nicht genügend leistungsfähig. Selbst die mit Desinfectionsmitteln behandelten Abwässer stinken immer noch, wenn sie in stagnirende Gräben oder Teiche abgelassen werden.

Der beste Erfolg wird erzielt, wenn alle diese Abgänge zur Berieselung verwendet werden. Deshalb sollten die Zuckerfabriken stets derart situirt sein, dass ihnen ein ausreichendes, zur Berieselung geeignetes Stück Ackerland zu Gebote steht.

Bei günstigen Bodenverhältnissen und bei einer guten technischen Ausführung hat sich dieses System der Berieselungsanlagen bis jetzt am vortheilhaftesten bewährt.

Industrielle Verwerthung der Melasse.

Die bei der Zuckerfabrication abfallende Melasse enthält grosse Mengen unkrystallisirbaren Zuckers, Asparagin, Asparaginsäure, eiweissartige und andere stickstoffhaltige, ferner stärkemehlartige Stoffe, die Aschenbestandtheile der Rübe und Metallverbindungen, letztere von den bei der Zuckerfabrication benützten Gefässen herrührend.

Die Melasse ist als Viehfutter nicht zu verwenden, weil sie Diarrhöen erzeugt.

Dagegen kann sie benützt werden:

a) zur Alkoholbereitung;

b) zur Darstellung der Pottasche;

c) zur Darstellung der Milchsäure, Buttersäure und Baldriansäure.

Bei der Verwendung der Melasse zur Alkoholfabrication beginnt der Process meist damit, dass man in die mit etwas Schwefelsäure versetzte Melasse durch mehrere Stunden Wasserdampf einbläst. Durch diesen Process werden die in der Melasse befindlichen stärkemehlartigen Stoffe in gährungsfähigen Traubenzucker umgewandelt. In Folge dieser Einwirkung von Schwefelsäure und Wasserdampf werden aus der Melasse eine Menge flüchtiger Riechstoffe, insbesondere flüchtige Fettsäuren frei, welche einen sehr belästigenden Gestank veranlassen. Die Belästigung lässt sich durch Ableiten der Dämpfe in die Feuerung leicht vermeiden.

Hierauf wird die Melassenflüssigkeit mit Kreide bis zur neutralen Reaction abgestumpft und mit Bierhefe versetzt. Es tritt sofort eine stürmische Gährung ein, durch die unter Umständen so viel Kohlensäure entwickelt wird, dass es, um die Gährlocalitäten gefahrlos betreten zu können, nöthig sein kann, die Kohlensäure aus den mit einem Deckel geschlossenen Gährbottichen durch Abzugsröhren abzuleiten. Die ausgegohrene Flüssigkeit wird dann der Destillation unterworfen, welche Operation kein besonderes sanitäres Interesse darbietet. Der aus der Rübenzuckermelasse bereitete Alkohol ist reich an Fuselöl und wird deshalb meist zur Essigfabrication, zur Aetherbereitung und zur Bleizuckerdarstellung verwendet.

Der in den Destillations-Apparaten verbleibende Rückstand heisst Schlempe. Er enthält verschiedene fäulnissfähige Substanzen und sowohl organische als mineralische Salze.

Unter den letzteren sind besonders die Kalisalze vorwaltend, weshalb die Schlempe häufig durch Eindampfen und Glühen zu sogenannter Schlempepottasche verarbeitet wird, wenn sie nicht als Düngemittel, namentlich als Compost Verwendung findet.

Diese Fabrication kann in Städten und in bewohnten Districten nicht zugelassen werden, da das Abdampfen und Glühen selbst bei den besten Einrichtungen die Nachbarschaft durch den Geruch nach verbrannten Eiweissstoffen und nach verbranntem Zucker belästigt. Weiters ist sehr zu beachten, dass man die Schlempekohle nicht frei lagern lassen darf, da dieselbe beträchtliche Mengen

von Cyankalium enthält, welches durch die Einwirkung der Luftfeuchtigkeit fortwährend in Ammoniak und Blausäure zersetzt wird. Das freie Lagern solcher Schlempekohle entwickelt demnach einerseits Amoniakgeruch und andererseits kann es, wenn die Schlempehaufen durch Regenwasser ausgelaugt und dadurch die Ammoniaksalze in den Boden geführt werden, woselbst sie in salpetersaure und salpetrigsaure Salze übergehen, zu Brunnenverderbniss führen.

Die Verarbeitung der Schlempe zu Milch-, Butter- und Baldriansäure geschieht durch Vermischen von Schlempe mit Melasse und Kreide und darauffolgendes Gährenlassen des Gemisches. Bei der Gährung entwickelt sich Wasserstoff, Kohlenwasserstoff und verschiedenartige Stinkgase, welche durch Ableiten unter die Feuerung unschädlich gemacht werden können. Nach beendeter Gährung scheidet sich eine Krystallmasse aus, welche hauptsächlich aus milch- und buttersaurem Kalk besteht. Aus diesem Salze kann durch Destillation mit Säuren die Milch-, Butter- und Baldriansäure dargestellt werden, welche Producte zur Fabrication verschiedener Aetherarten, bei der Liqueur- und Parfum-Erzeugung Verwendung finden.

Branntweinbrennereien und Spiritusraffinerien.

Zur Fabrication des Branntweines werden entweder zuckerhaltige oder stärkemehlhaltige Substanzen verwendet. Bei letzteren muss die Umwandlung in Zucker allen späteren Operationen vorangehen, denn nicht Amylum, nur Zucker kann in Alkohol verwandelt werden. Man nennt dieses Verfahren den Maischprocess und benützt dazu besondere Apparate, Maischbottiche genannt.

Das gegenwärtig zur Alkoholbereitung im Grossen hauptsächlich verwendete Material sind ausser der Rübenmelasse vorzugsweise die Kartoffeln. Zur Ueberführung des Stärkemehls der Kartoffeln benützt man entweder das Ferment der gekeimten Gerste, d. i. die Diastase des Malzes, oder verdünnte Schwefelsäure. Bei der Malzmaische spaltet sich das Stärkemehl vorzugsweise in Maltose und Dextrin, bei der Sauermaische ist die sich bildende Zuckerart wesentlich Dextrose.

Die Kartoffeln werden zuerst in einer Waschmaschine von Erde und Schmutz gereinigt und gelangen dann in das sogenannte Dampffass, in welchem dieselben durch den aus einem Kessel zuströmenden Dampf gar gekocht werden. Hiebei tritt ein höchst unangenehmer und belästigender Geruch auf; er soll ein flüchtiges narkotisches Gift enthalten, welches auf manche Constitutionen höchst nachtheilig wirkt und Ohnmaehten verursacht.*)

Die beim Waschen und Kochen sich ergebenden Abwässer sind reich an organischen Substanzen und enthalten Solanin, dessen Gehalt dem Wasser einen höchst unangenehmen, kratzenden Ge-

*) Eulenberg l. c. p. 406.

schmack verleiht. Vieh ist nach Genuss eines solchen solaninhaltigen Wassers erkrankt. Diese Abwässer dürfen demnach nur nach ihrer Reinigung mit Kalk, welcher, im Ueberschuss zugesetzt, alles Solanin fällt, in Schlinggruben oder öffentliche Canäle abgelassen werden.

Die Gährung der Kartoffelmaische findet in derselben Weise statt, wie die Gährung der Rübenmelasse. Das vergohrene Maischgut wird der Destillation unterworfen. Die im Destillationskessel zurückbleibenden Rückstände nennt man ebenfalls Schlempe. Sie enthält eine Menge von unverwandeltem Stärkemehl, Dextrin, Gummi, Eiweisskörper, Peptone u. s. w., und ist ein gutes Futtermittel, wenn sie nicht aus dem Destillations-Apparat Metall aufgenommen hat.

Bei Beginn der Destillation der Maische bestehen die Dämpfe aus viel Alkohol und sehr wenig Wasser, später aus mehr Wasser, endlich nur aus Wasser. Unterbricht man das Destilliren zur gehörigen Zeit, so hat man in dem Destillat allen Alkohol nebst einem Theil Wasser, während der Destillationsrückstand keine Spur Alkohol mehr enthält. Das aus Alkohol und Wasser bestehende Destillat heisst Lutter. Unterwirft man den Lutter einer noehmaligen Destillation (oder wie man sagt, einer Reetification) so wird das Destillat alkoholreicher und durch fortgesetzte Destillation noch alkoholreicher, bis es endlich durch Destillation an Alkoholgehalt nicht mehr erhöht werden kann, denn die letzten Antheile des Wassers können nicht durch Destillation, sondern nur durch chemische Mittel (Aetzkalk, wasserfreies Kupfersulfat) zurückgehalten werden.

Durch Pistorius, Schwarz, Gall u. s. w. sind jetzt in der Industrie allgemein Apparate eingeführt, mittelst welchen es möglich ist, aus dem Lutter, ja selbst aus der Maische durch eine einmalige Destillation starken Weingeist von 90 Grad Tralles darzustellen.

Die bei der Destillation gewonnenen alkoholischen Flüssigkeiten enthalten stets Beimengungen von übelriechenden Alkoholen (Fuselölen). Für viele Verwendungen ist der Fuselgehalt von Nachtheil. Fuselhaltiger Branntwein oder fuselhaltige Liqueure erzeugen (Seite 519) Verdauungsstörungen, Kopfweh, Unwohlsein u. s. w. Auch die Industrie kann in vielen Fällen nur einen fuselölfreien Spiritus verwenden.

Die Vorschläge, die zur Entfernung des Fuselöls aus spirituosen Flüssigkeiten gemacht worden sind, kommen theils auf eine Zerstörung des Fuselöls durch Oxydationsmittel (Kalium hypermanganicum, Kalium biehromicum u. s. w.) oder auf eine Maskirung und Ueberführung in minder unangenehm riechende und wirkende Verbindungen (Amyläther), theils auf eine Abscheidung des Fuselöls durch ausgeglühte Holzkohlen oder durch fractionirte Destillation hinaus. Die Kohle wirkt nicht nur mechanisch, indem sie Fuselöle absorbirt, sondern auch chemisch, indem der in ihr verdichtete Sauerstoff einen Theil des Alkohols zu Aldehyd verbrennt. Gegenwärtig ist es gelungen, durch Destillation in Colonnen-

Apparaten den Aethylalkohol von den Fuselölen (Propyl-, Isobbutyl-, Amylalkohol) zu trennen.

Die Abwässer der Spiritus-Industrie haben im Allgemeinen die gleiche sanitäre Bedeutung wie jene der Zuckerfabriken. In Spiritusraffinerien ist noch besonders die definitive Unterbringung der Fuselabgänge von Wichtigkeit.

Stärkefabriken.

Die Fabrication der Stärke aus Weizen geschieht gegenwärtig meist in der Art, dass man die ganzen oder die verschrotenen Weizenkörner durch Aufquellen in Wasser einem Fäulnissprocess unterwirft, wodurch der Kleber des Getreidekornes in Lösung übergeht, während sich das Stärkemehl nach dem Zerquetschen des gequollenen Weizens leicht absehlämmen und durch Absitzen sammeln lässt. Dann findet das Trocknen statt.

Während des Fäulnissproeesses entwickelt sich ein arger Gestank und es entstehen hiebei und beim darauffolgenden Schlämmen sehr bedeutsame Aufquell- und Schlämmwässer. Die Gase, welche den Gestank bedingen, enthalten vorwiegend organische, flüchtige Säuren und Zersetzungsproducte des Klebers. Sie belästigen sehr, wenn sie nicht vollkommen gesammelt in die Feuerung abgeleitet werden.

Die Aufquell- und Sehlämmwässer sind ganz besonders zu beachten. Sie sind sauer, stinkend, trübe und geben beim Destilliren mit Kalk: Ammoniak, Aethylamin, Triäthylamin, Propylamin, Amylamin, Butylamin. Weiters ist in ihnen nachgewiesen: Essig-, Propion-, Butter-, Baldrian-, Capron-, Benzoe-, Ameisen-, Milch-, Bernstein- und Oxalsäure. Auch Leuein, veränderter und unveränderter Kleber ist darin in wechselnder Menge enthalten. Gelangen diese Wässer in kleine Wasserläufe mit schwachem Gefälle, so wird das Baehwasser stinkend und für viele ökonomische Zwecke unbrauchbar. Auch veranlassen sie sehr häufig die Entwieklung des Leptomitus lacteus, jener Alge, welche auch durch die ähnlich beschaffenen Abwässer der Zucker-Industrie entsteht. Wenn die Stärkefabriks-Abwässer ohneweiters versiekert werden so können hiedurch unter Umständen benachbarte Brunnen inficirt werden.

Diese Abwässer eignen sich sehr gut zur Wiesenberieselung. Steht der Stärkefabrik keine Rieselfläche zu Gebote, so fordert die öffentliche Gesundheitspflege eine solche Reinigung, dass eine Schädigung durch diese Abwässer ausgeschlossen ist. In dieser Beziehung wird die Behandlung dieser Abwässer mit Kalk empfohlen; der sich hiebei bildende Kalkniederschlag ist ein vortreffliches Düngemittel. Nach dem vollständigen Absitzen dieses Niederschlages ist die oben sich lagernde Flüssigkeit meist klar und geruchlos, so dass sie ohne Anstand zum Abfliessen zugelassen werden kann.

Die Fabrieation der Stärke aus Kartoffeln findet in der Weise statt, dass die zerriebenen Kartoffeln auf Sieben oder

Siebtrommeln geschlämmt und die sich absetzende Stärke in grossen Bottichen mit Wasser gewaschen wird.

Die gewaschene Stärke wird an der Luft getrocknet.

Die beim Schlämmen und Waschen sich ergebenden Waschwässer enthalten die löslichen eiweisshaltigen und die extractiven Stoffe der Kartoffeln, weshalb die bei der Weizenstärke-Fabrication erwähnten Uebelstände betreffs der Fabriksabgänge auch hier auftreten, jedoch in beiweitem geringerem Grade, weil die Kartoffel verhältnissmässig arm an löslichen, fäulnissfähigen Substanzen ist.

Brauerei.

Aehnliche Abwässer, wie sie bei der Weizenstärke-Fabrication entstehen, sind auch jene, welche durch das Einweichen (Einquellen) der rohen Gerste zum Zwecke der Malzbereitung (siehe Seite 475) sich ergeben. Wenn diese „Weichwässer" sich selbst überlassen werden oder in Schlinggruben, Cisternen stagniren, so faulen und gähren sie wegen ihres Gehaltes an Pflanzen-Eiweiss, Zucker und sonstigen zersetzbaren Stoffen und entwickeln einen höchst widerlichen Geruch, der die Umgebung weithin verpesten kann.

Es gelten demnach in Bezug auf diese Abgänge, sowie auf alle anderen flüssigen Abgänge der Mälzerei und Brauerei (Abwässer aus den Gährlocalitäten, Eiskellern etc.) die gleichen sanitären Gesichtspunkte, wie bezüglich der Aufquell- und Schlämmwässer der Stärkefabriken.

Weiters belästigen Bierbrauereien ihre Nachbarschaft sehr oft durch den eigenthümlichen Geruch, der sich während der Bier-Erzeugung entwickelt und durch den Gestank und Rauch, der beim Verpichen der Fässer entsteht. Das Verpichen sollte nur auf abgelegenen Orten geduldet werden.

Die Beschäftigung der Bierbrauer mit Hefe erzeugt nicht selten eine eigenthümliche Krankheit der Nägel, die darin besteht, dass der Nagel facettenartig in der Längsrichtung cannelirt wird, während sich an der Wurzel mit Borken besetzte Excreseenzen bilden. Reinlichkeit und öfteres Bestreuen der Fingerspitzen mit Holzasche heilt dies Leiden bald.

Es ist selbstverständlich, dass die Concessionirung der Bierbrauereien nur in jenen Fällen stattfinden sollte, wo zur Bier-Erzeugung ein tadelloses Trinkwasser zu Gebote steht.

Vierzehntes Capitel.

Industrielle Verwerthung der Thierstoffe.

Schlachthäuser.

Die Gewerbe, welche in diesem Capitel zur Besprechung gelangen, verarbeiten ausschliesslich thierische Stoffe. Ihr Rohmaterial beziehen sie zunächst aus den Schlachthäusern.

Der Schlachthausbetrieb ergibt ausser Fleisch eine Reihe von Nebenproducten und Abfällen, die zum Theile gar nicht verwerthet werden können und deshalb keinen freiwilligen Absatz finden, zum Theile längere Zeit im Schlachthause aufbewahrt werden müssen. Zu den ersteren gehört der Harn der Thiere, die Brüh-, Koch-, Spül- und Waschwässer, zu den letzteren der Magen- und Darminhalt, Blut, Haut, Hörner, Hufe, Haare, Borsten und überhaupt solche Theile des Thierleibes, welche nicht als Nahrungsmittel verwerthet werden.

Nicht immer können und wollen Privatschlächtereien der erstgenannten Abgänge in gesundheitlich ungefährlicher Weise sich entledigen und für eine zweckmässige Aufbewahrung der zur weiteren industriellen Verwerthung tauglichen Nebenproducte sorgen. Auch bleiben in Privatschlächtereien die letzteren Stoffe länger liegen, als sanitär zulässig ist. Darum kommt es regelmässig vor, dass die Nachbarn des Schlachthauses über Luftverpestung klagen. Häufig sickern auch die flüssigen Abgänge in den Boden, stagniren in etwaigen vorhandenen Ableitungswegen, werden stinkend und verderben benachbarte Brunnen.

Diesen Uebelständen kann nur ein öffentliches Schlachthaus genügend abhelfen, wenn seine Anlage eine rationelle ist, wie sie es dann sein kann, da sie aus öffentlichen Mitteln errichtet wird.

Das Wichtigste ist die richtige Wahl des Platzes. Eine glückliche Wahl behebt oder vermindert alle Uebelstände des Schlachthausbetriebes. Die Schlachthäuser sollen an der Peripherie der Stadt liegen, mit Wasser hinlänglich versehen sein, hohe, gut ventilirte Räume besitzen, zur raschen und vollständigen Ableitung der verschiedenen Schlächterei-Abwässer gepflastert und canalisirt sein, und über die nöthigen Locale und Einrichtungen für die zeitweilige Aufbewahrung der verwerthbaren Nebenproducte (eisgekühlte Räume) verfügen können.

Bei der Wahl der Oertlichkeit für ein Schlachthaus muss darauf besondere Rücksicht genommen werden, dass der städtische Verkehr durch den Viehtrieb nicht zu sehr gestört oder gefährdet werde.

In Grossstädten sollte auf die directe Zuführung der mit der Eisenbahn anlangenden Viehtransporte durch separate Schienenwege, die unmittelbar in's Schlachthaus fahren, hingewirkt werden.

Abdeckereien.

Die Leichen umgestandener oder wegen ansteckender Krankheiten getödteter Thiere werden in die Abdeckereien gebracht und daselbst entweder vergraben, oder es werden einzelne Thierbestandtheile industriell verwerthet und das nicht Verwerthbare verscharrt.

Das Verscharren der ganzen Thierleichen oder einzelner Cadavertheile sollte stets unter den gleichen hygienischen Cautelen

stattfinden, wie das Begraben der Menschenleichen. Auch hier muss bei der Wahl des Platzes, bei der Bestimmung seiner Grösse, bei Feststellung der Tiefe der Gräber, der Zeit des Wiederbelages, des Knochenausgrabens u. s. w. alles jene berücksichtigt werden, was betreffs des Beerdigens der Menschenleichen früher erwähnt wurde. Geschieht das nicht, so werden diese Abdeckereiplätze eine Quelle fortwährender schwerer Belästigungen, insbesondere führen sie zu Luftverderbniss, Wasserinfection und sind ein Sammelplatz für Ratten, Ungeziefer und Schmutz.

Unter allen Umständen muss auch bei Abdeckereien dafür gesorgt sein, dass der Transport seuchenkranker Thiere oder verdächtiger Thiercadaver so geschieht, dass während desselben ein Durchsickern von Jauche oder Blut und überhaupt eine Gefahr durch Ansteckung vermieden ist. (Kastenwagen mit Kautschukverschluss.)

Der Thiercadaver birgt in sich einen bedeutenden Werth für die Industrie. Dieser Werth geht durch das Verscharren, das überdies nur selten ohne sanitäre Nachtheile sich erweist, nahezu ganz verloren. Das Vergraben der Thierleichen sollte überall, wo thunlich, verlassen und durch möglichst vollständige industrielle Verwerthung aller Cadavertheile ersetzt werden. Thatsächlich kommen gegenwärtig bereits in grösseren Städten Vorschläge zur Realisirung, welche dahin zielen, auch an Seuchen gefallene Thiere ebenfalls industriell zu verwerthen.

Bei Concessionirung von Abdeckereien, bei denen die Verarbeitung von Cadavern solcher Thiere, die an Seuchen und ansteckenden Krankheiten zugrunde gegangen sind, ausgeschlossen ist, muss verlangt werden, dass ihre Anlage, ihr Betrieb und ihre Einrichtungen jenen Forderungen entsprechen, welche für die nachfolgend zur Besprechung kommenden Betriebszweige: Fettschmelze, Knochensiederei, Leimfabrication, Darmsaiten-Industrie, Häutetrocknen u. s. w., vom sanitären Standpunkt aus zu stellen sind.

Wo aber nebstdem auch an Seuchen gefallene Thiere zur industriellen Verwerthung der Abdeckerei zukommen, sind zur Vermeidung der Ausbreitung ansteckender Thierkrankheiten und zur Verhütung der Infection durch auf Menschen übertragbare Krankheitsstoffe überdies noch besondere Schutzmaassregeln nothwendig.

Es können vorerst nur solche Verfahren hiezu gewählt werden, durch welche die Ansteckungsstoffe gründlich vernichtet werden und zu deren Ausführung Manipulationen genügen, bei welchen die bei denselben beschäftigten Arbeiter nicht in höherem Grade der Infection ausgesetzt werden, als dies bei der Transportirung derartiger Thiercadaver aus dem Umstehungsorte und bei etwaiger Section derselben der Fall sein kann.

Diesen Forderungen entsprechen zwei Methoden: 1. die Zersetzung des Cadavers in Dampfdigestoren mittelst überhitztem, mindestens auf drei Atmosphären gespannten Wasserdampf unter Mitwirkung von Säuren oder Alkalien und 2. die trockene

Destillation, wenn sie bis zur vollständigen Verkohlung sich steigert.

Es ist selbstverständlich, dass das erste Verfahren, welches gewöhnlich als thermochemisches bezeichnet wird, andere Nutzproducte liefert als das zweite. Im ersteren Fall wird hauptsächlich Leim, Knochenmehl, Fleischdünger, Gelatine u. s. w. erhalten, beim zweiten Verfahren werden Producte der trockenen Destillation gewonnen. Weiters ist bei jedem Betriebe, der Seuchencadaver verarbeitet, vom sanitären Standpunkte ein solches Verfahren zu fordern, bei dem die gewonnenen Producte die Eignung, als Nahrungsmittel für die Menschen und Thiere verwerthbar zu sein, einbüssen. Es müssen die zum Genuss verwendbaren Fette verseift oder in anderer Weise zersetzt, der Talg darf nur in geschmolzenem Zustande in Verkehr gebracht werden. Zur Fabrication von Fleischdünger darf nicht lufttrockenes, sondern nur gedämpftes Fleisch verwendet werden. Die Darstellung von Gelatine als Klärungsmittel ist unstatthaft, nur die Gewinnung ordinärer Leimsorten zulässig, die Gedärme dürfen nicht als solche in den Verkehr gebracht werden.

Von besonderem Vortheil ist es, wenn die Betriebsanlage derart eingerichtet ist, dass die unverzügliche Verarbeitung der zugekommenen Aeser sofort erfolgen und selbst ein momentan gesteigerter Zuwachs derselben bewältigt werden kann. Die Magazinirung der Cadaver darf nie über 24 Stunden stattfinden, die Aufspeicherung der Weichtheile muss als unzulässig erklärt werden.

Für die ausnahmsweisen Fälle jedoch, in welchen in Folge des Ausbruches von Thierseuchen das eingebrachte Aesermaterial so gross ist, dass es mit den vorhandenen Verarbeitungs-Apparaten nicht mehr bewältigt werden kann, ohne dasselbe einer über 24 Stunden hinausgehenden und daher unzulässigen Magazinirung zu unterziehen, muss von vornherein ein geeigneter Verscharrungsplatz ausgemittelt und bestimmt werden, in welchem für die Dauer der zwingenden Verhältnisse jene Aeser zu verscharren sind, welche wegen der Unzulänglichkeit der Betriebsanlage nicht der industriellen Verarbeitung unterworfen werden können.

Knochen-Industrie.

Die Knochen finden in der Technik eine vielseitige Verwendung. Man stellt aus ihnen verschiedene Drechsler- und Galanteriewaaren dar; sie dienen zur Fabrication des Knochenleimes, zur Spodium-Erzeugung, zur Gewinnung des Superphosphats, zur Darstellung des Phosphors. Um diese Industrien mit Rohmaterial zu versorgen, werden die Knochen gesammelt, im Kleinen und Grossen in den Handel gebracht.

Die Aufbewahrung der Knochen in Lagerräumen ist von hervorragendem sanitären Interesse. Die Knochen enthalten nämlich ihnen auflagernde oder in ihnen eingeschlossene Stoffe verschiedener thierischer Gewebe. Diese Substanzen faulen und verwesen fort-

während. Wenn sie feucht sind, entwickeln sie reichlich stinkende Fäulnissgase und können so die Umgebung arg belästigen. Liegen die Knochen frei, so werden sie durch das Regenwasser maceriert. Letzteres erwirbt hiedurch eine so reiche Menge löslicher Zersetzungsstoffe, dass es leicht zur Ursache von Boden- und Wasserverderbniss werden kann. Werden die Knochen in ganz verschlossenen und nicht ventilirten Räumen aufbewahrt, so kann die Luft in diesen Räumen theils in Folge des Verbrauches von Sauerstoff, theils in Folge der Anhäufung der bei der Verwesung entstandenen Kohlensäure eine gesundheitsgefährliche Entmischung erfahren.

Wiederholt ist es vorgekommen, dass Personen, die solche Räume zuerst betreten haben, bewusstlos hinstürzten und an Erstickung starben.

Der Gestank, der von solchen Knochenlagern ausgeht, lockt die bekannten Speckkäfer an, die sich in kurzer Zeit in zahlloser Menge ansammeln und sich rasch vermehren. Diese Käfer und ihre Larven sind für die ganze Umgebung eine grosse Plage. So lange das Knochenmagazin besteht, sind sie nicht auszurotten, kommt es aber zur Auflassung desselben, so überschwemmt dieses Ungeziefer die Nachbarschaft und kann an wollenen Gegenständen den empfindlichsten Schaden verursachen.

Knochenlager sollten deshalb stets unter sanitätspolizeilicher Aufsicht und Controle stehen und nur dann geduldet werden, wenn die günstigen Verhältnisse der Oertlichkeit und Anlage eine Belästigung der nächsten Nachbarschaft ausschliessen. Besonders wichtig ist, dass diese Knochenlagerräume trocken liegen und dem Luftzuge ausgesetzt sind.

Ein zweckmässiges Mittel, die Geruchsbelästigung der Knochenmagazine zu vermeiden, ohne die spätere Verwerthung der Knochen zu beeinträchtigen, besteht in der Behandlung derselben mit Kalkmilch. Das Verfahren ist leicht auszuführen, da es genügt, die Knochen in Körbe zu füllen und sie in dieser Weise in Kalkmilch zu tauchen.

Knochensiedereien.

Fast alle Knochen, die zu irgend einem industriellen Zwecke verarbeitet werden, pflegt man, um sie vollständig auszunützen, zuerst zu entfetten. Es geschieht das in den Knochensiedereien durch Auskochen der Knochen in Metallkesseln. Das Knochenfett begibt sich hiebei an die Oberfläche und kann ausgeschöpft werden. Es besteht grösstentheils aus unveränderten Glycerinverbindungen, die gute Schmiermittel darstellen. Dasselbe Kochwasser wird, um an Brennstoff zu sparen, zu wiederholten Auskochungen benützt; es reichert sich dadurch an Leim an und kann entweder als Leimlösung oder als Zusatz zu Düngemitteln verbraucht werden. Niemals sollten diese gallertartigen Auskochwässer einfach weggegossen werden, da sie ausserordentlich leicht in Fäulniss übergehen und einen widerlichen Geruch verbreiten.

Beim Sieden entsteht durch Verflüchtigung von Fettsäuren und Schwefelammon ein unangenehmer Geruch, weshalb die beim Kochen sich entwickelnden Dämpfe bei kleineren Betrieben mittelst eines Schlottes in den Kamin zu führen oder, wenn die Knochensiederei in einem grösseren Umfange arbeitet, in die Feuerung zu leiten und zu verbrennen sind.

Die so entfetteten Knochen werden getrocknet, und wenn sie zu Drechslerwaaren verwendet werden sollen, meist noch ein zweitesmal mit Benzol oder Terpentinöl entölt. Geschieht das Trocknen nicht auf hohen und luftigen Speichern, so entsteht auch hiebei ein widerlicher Geruch, der aus Wollstoffen und porösen Substanzen, auch aus Viehfutter schwer wegzubringen ist. Die beim zweiten Entfetten sich bildenden Benzoldämpfe werden gewöhnlich wieder condensirt.

Knochenleim.

Aus den durch Auskochen entfetteten Knochen kann sogenannter Knochenleim gewonnen werden. Es geschieht das dadurch, dass man das Kalkskelet der Knochen durch Salzsäure entfernt und die zurückbleibenden Knorpel zu Leim verkocht. Die salzsauren Auszüge, in welche das Calciumphosphat der Knochen übergegangen ist, können zur Phosphorfabrication verwendet werden. Es ist darum vortheilhaft, wenn die Knochenleimfabrication mit der von Salmiak und Phosphor combinirt ist.

Das Trocknen der so erhaltenen Gelatine findet in derselben Weise statt, wie dies bei der Fabrication des gewöhnlichen Leimes erwähnt werden wird. Auch sind für die Knochenleim-Industrie dieselben sanitären Gesichtspunkte maassgebend, wie für die gewöhnliche Leimfabrication.

Knochendünger.

Die Superphosphatfabrication aus Knochen und aus Knochenabfällen ist eine Industrie, die unter Umständen die grössten Belästigungen verursachen kann.

Zur fabriksmässigen Darstellung des Superphosphats benützt man nicht nur die schlechteren Knochen und die Abfälle der Knochendrechslerei, sondern auch mehr oder weniger Hornsubstanzen, Haut-, Leder- und Leimabfälle. In diesem Falle bekommt man als Endproduct sogenanntes ammoniakalisches Superphosphat, während, wenn man entfettete und entleimte Knochen allein verwendet, das Product Superphosphat kurzweg benannt wird.

Die Herstellung der verschiedenen Superphosphatpräparate beginnt mit einer Operation, die man Dämpfen nennt. Man bringt das Rohmaterial in aufrechtstehende Cylinder, Digestoren, leitet dann in diese Gefässe einen Dampfstrahl von $3^1/_2$ bis 6 Atmosphären ein und lässt diesen gespannten Dampf mehrere Stunden lang einwirken. Man muss im Anfang dieser Operation die in dem Gefäss enthaltene Luft mittelst eines Ventils ablassen, wobei ein Gas entweicht, das durch seinen im höchsten Grade pene-

tranten Geruch die Umgebung weithin verstänken kann, wenn nicht dafür gesorgt ist, dass diese Gase unter die Feuerung geleitet und verbrannt werden. Ebenso muss nach beendetem Dämpfen der abgelassene, überflüssige Dampf aus den Digestoren unter die Feuerung geführt werden.

Beim Dämpfen sammelt sich am Boden der Digestoren eine übelriechende Leimlösung an, aus der sich beim Erkalten Fett von talgartiger Beschaffenheit ausscheidet. Dieses findet in Seifensiedereien Verwendung. Die Leimlösung selbst wird zur Düngerfabrication verwerthet.

Nach dem Dämpfen werden die Knochen getrocknet. Geschieht dieses Trocknen an freier Luft, so kann die Atmosphäre in der Nachbarschaft bis auf 20—30 Minuten Entfernung höchst übelriechend werden. Diese Belästigung wird abgeschwächt, wenn das Trocknen durch künstliche Erwärmung mit Apparaten vorgenommen wird, welche die mit diesen Stoffen geschwängerte Luft der Feuerung zuführen. Dagegen genügt die einfache Ableitung der beim Trocknen entstehenden Stinkgase in einem Schlott bei einem grösseren Betrieb nicht.

Die gedämpften Knochen zerfallen leicht beim darauf folgenden Mahlen und Sieben und werden dann durch Behandlung mit Schwefelsäure, welche sich diese Industrien häufig selbst in Bleikammern bereiten, in Superphosphat übergeführt. Es bilden sich hiebei schwefligsaure und ausserdem andere widerlich riechende Dämpfe, für deren Unschädlichmachung dadurch gesorgt werden kann, dass man die Zersetzungspfannen unter einem gemauerten Gewölbe anbringt, mit einem Blechmantel versieht, so die Dämpfe sammelt und sie der Feuerung zuleitet.

Knochenkohle.

Die Knochenkohle, Spodium, Beinschwarz wird zum Entfärben von Flüssigkeiten, namentlich zum Entfärben des Zuckersaftes bei der Zuckerfabrication benützt. Die Darstellung derselben beruht auf der trockenen Destillation der Knochen.

Die Destillation geschieht in verschiedener Weise; für uns zerfallen diese Methoden in solche, welche Gestank verbreiten, und solche, welche keinen ergeben. In ersterer Beziehung muss der hie und da noch üblichen älteren Methode erwähnt werden, welche darin besteht, dass man die Knochen in eiserne Töpfe bringt, sie übereinander stürzt, und mit Lehm so lose verkittet, dass die Destillationsproducte entweichen können. Man erhitzt diese Töpfe und benützt auch die aus den Töpfen entweichenden Destillationsproducte, so weit sie brennbar sind, zur Unterhaltung des Feuers. Diese Manipulation belästigt wegen der massenhaft unverbrannt entweichenden Gase die Umgebung im höchsten Grade und ist ausserdem auch vom technischen Standpunkte unvortheilhaft, weil viele verwerthbare Stoffe verloren gehen.

Gegenwärtig werden die Knochen in Retorten oder Cylindern bei Abschluss der Luft bis zur Rothgluth erhitzt und die hiebei

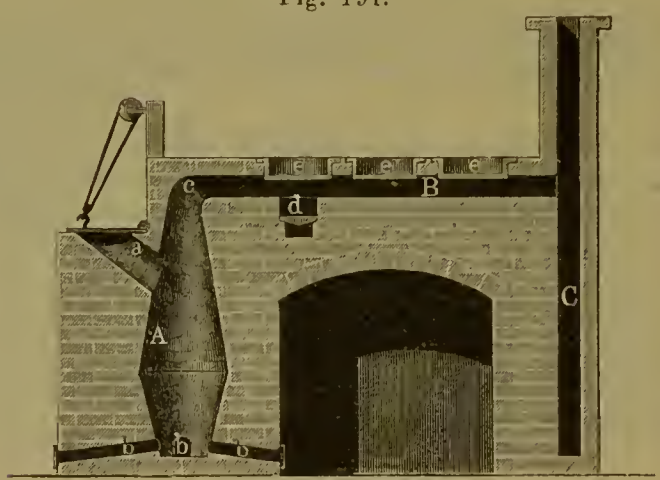
neben der Knochenkohle entstehenden gasförmigen und flüssigen Producte verwerthet. Und zwar dienen die gasförmigen Producte nach ihrer Reinigung zur Beleuchtung; die flüssigen sind von ähnlicher Zusammensetzung wie die theerigen und wässrigen Producte bei der Steinkohlen-Destillation und werden zur Ammoniak-Fabrication und in der Theer-Industrie verwendet. Das nach der alten Art dargestellte Spodium soll eine grössere entfärbende Kraft besitzen als das in Retorten dargestellte.

Die Darstellung der Knochenkohle fällt demnach in sanitärer Beziehung unter die Gesichtspunkte der Destillation thierischer Substanzen zum Zwecke der Ammoniakgewinnung (Seite 645).

Phosphor-Industrie.

Verarbeitung der Knochen auf Phosphor. Die Knochen

Fig. 191.



sind derzeit das einzige Material zur Phosphorfabrication. Das Verfahren der Phosphorgewinnung zerfällt in folgende vier Operationen:

1. In das Weissbrennen der Knochen;

2. in das Zersetzen der Knochen durch Schwefelsäure und Eindampfen des sauren phosphorsauren Kalkes mit Kohle;

3. in das Destilliren des Phosphors;

4. in die Raffination des Phosphors.

Jede dieser Betriebsphasen hat sanitäres Interesse:

Ad 1. Das Brennen der Knochen geschah früher in gewöhnlichen, den Kalköfen ähnlichen Schachtöfen. Es entstand dabei ein sehr belästigender Geruch. Dieser Uebelstand ist gegenwärtig durch Vornahme des Brennens in dem Fleckischen Ofen (Fig. 191) behoben. Das Prineip dieses Ofens besteht darin, dass der Schacht geschlossen ist und die Gase über den Rost einer anderweitigen Feuerung *(d)* geführt und daselbst verbrannt werden. Die Beschickung geschieht durch eine seitliche Oeffnung *(a)*, welche mit einer Klappe von starkem Eisenblech geschlossen wird. Der Betrieb ist ein continuirlicher und kann der Ofen sogar im Innern der

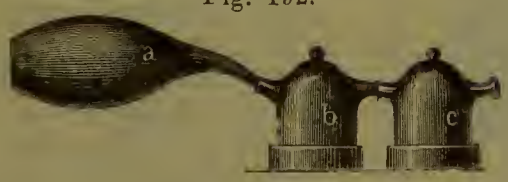
Fabriksgebäude aufgestellt werden, da von Geruch nichts zu bemerken ist.

Sehr häufig werden die Knochen vorerst der trockenen Destillation unterworfen, um die flüssigen Destillationsproducte hiebei zu verwerthen, und dann werden die Retortenrückstände vollständig ausgeglüht. Die weissgebrannten Knochen werden pulverisirt.

Ad 2. Die zerkleinerte Masse wird mit Schwefelsäure vermischt und absitzen gelassen. Da sich hiebei höchst schädliche Gase, darunter Schwefelwasserstoff, Kohlensäure, Blausäure, Chlorwasserstoff, Fluorwasserstoff bilden, so sollte diese Operation nur in verschlossenen (bleiernen) Gefässen geschehen, deren Deckel mit einem zum Schornstein führenden Abzugsrohr versehen ist.

Hierauf wird die saure (sauren phosphorsauren Kalk und Gyps enthaltende) Lauge in Pfannen bis zu einer bestimmten Concentration mit Holzkohle vermengt, eingedampft und dann neuerdings erhitzt (calcinirt). Durch die Calcination entwickelt sich schweflige Säure, Kohlensäure und Kohlenoxyd in bedeutender Menge. Wo die Umgebung durch diese Gase leiden sollte, können Einrichtun-

Fig. 192.



gen, durch welche die schweflige Säure unschädlich gemacht wird (Seite 658), Abhilfe schaffen. Wenn aber Anrainer nicht berücksichtigt werden müssen, z. B. bei allseitig und ausreichend isolirter Lage der Fabrik, so genügt die Abführung der Gase in einen gut ziehenden Schornstein.

Ad 3. Nun folgt die Phosphordestillation. Man füllt das calcinirte Gemenge in feuerfeste irdene Retorten, welche in der Regel Flaschenform haben und bis zu 100 in Galerenöfen stehen. Dieselben werden mittelst eines Vorstosses mit den Vorlagen verbunden, welche letzteren aus Töpferthon angefertigt sind und die Topf- oder Haubenform (Fig. 192) haben. Die Retorten sind mit je zwei Vorlagen versehen, von denen jede aus zwei Theilen besteht; der eine Theil ist ein oben offenes cylindrisches, mit Wasser gefülltes Gefäss, der andere Theil ragt in den ersteren einige Zoll hinab. Die Retorten werden allmälig erhitzt, und anfangs, so lange sich Wasserdampf, Kohlenoxydgas, Wasserstoff und schweflige Säure entwickeln, mit den Vorlagen nicht verbunden. Später aber folgen Phosphorwasserstoff und Phosphordämpfe, was man daran erkennt, dass die Flamme beim Retortenhalse grünlich zu brennen beginnt. Nun verbindet man die Retorte mit Hilfe des Vorstosses mit den Vorlagegefässen, und es beginnt jetzt die eigentliche Phosphordestillation.

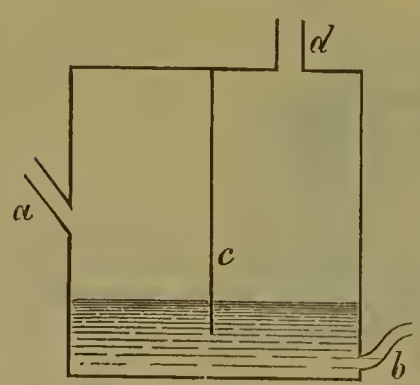
Da bei dieser Destillation auch selbstentzündlicher Phosphorwasserstoff auftritt, so kann das beim Beginn der Destillation

auftretende Gas, mit der anfangs in der Vorlage befindlichen Luft vermischt, zur Verpuffung kommen und so zu gefährlichen Explosionen Anlass geben.

Um diese Gefahr zu vermeiden, versetzt man das Wasser in den Vorlagen mit einigen Stücken Soda und gibt etwas Säure hinzu; die dabei sich entwickelnde Kohlensäure verdrängt aus den Vorlagen die Luft, und da es dann an Sauerstoff fehlt, kann keine Explosion stattfinden.

Die beim Glühen der Retorten sich entwickelnden, und in den Vorlagen nicht condensirten Gase werden häufig an dem Ausflussrohr der zweiten Vorlage in der Luft des Locales verbrannt. Damit sich dieses Ausflussrohr nicht verstopfe, müssen die Arbeiter darauf bedacht sein, mittelst eines eisernen Drahtes die Oeffnung an der Vorlage stets offen zu halten. Das Verbrennen dieser Dämpfe im Locale selbst sollte wegen der höchst schädlichen Natur derselben und ihrer üblen Einwirkung auf die Arbeiter nicht ohne Vorsichtsmaassregeln zugelassen werden.

Fig. 193.



Man kann diese Verbrennungsproducte durch einen Ventilator ansaugen und sie horizontalliegende, mit nassem Coaks gefüllte Steingutröhren passiren lassen. Der Coaks enthält dann phosphorige, Phosphor- und arsenige Säure, welche Stoffe sehr gut verwerthet werden.

Der in den Vorlagen angesammelte Rohphosphor enthält viele mechanisch beigemengte Unreinigkeiten, von denen er durch Filtration oder Destillation oder auch durch Auflösen in Schwefelkohlenstoff befreit wird.

Bei der Destillation des zu rectificirenden Phosphors müssen die gleichen Vorsichten beachtet werden, wie bei der Rohdestillation.

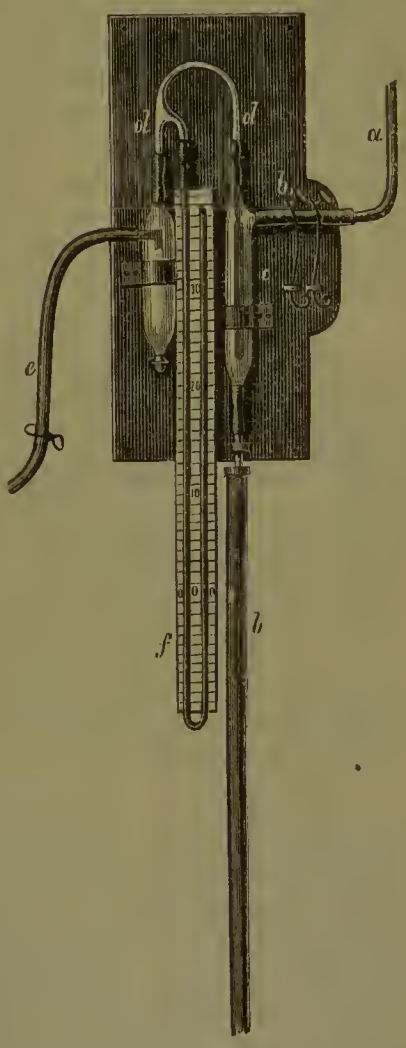
Bei der Reinigung des Phosphors durch Auflösen in Schwefelkohlenstoff ist der hiebei angewendete Apparat gewöhnlich so eingerichtet, dass die Lösung des Phosphors in Schwefelkohlenstoff unter Wasser durch ein Sandfilter in das Destillationsgefäss gelangt, worin mittelst eingetriebener Wasserdämpfe die Trennung des Lösungsmittels vom Phosphor bewirkt wird. Der Schwefelkohlenstoff, der sich mit dem Wasserdampf verflüchtigt, wird zuerst in einer Kühlschlange und dann in einem Gassammelkasten condensirt. Das aus dem Gassammelkasten entweichende Gas wird in den Schornstein geleitet.

Der Gassammler (Fig. 193) ist ein prismatischer Kasten, in dem etwa in der Mitte der einen Seite das Gaszuleitungsrohr mündet, am untern Theile der gegenüberstehenden Seite ist eine Siphonröhre zum Ablassen der Flüssigkeit angebracht. Im Kasten befindet sich eine Zwischenwand, welche nur in ihrem unteren Ende

die Communication der Flüssigkeit gestattet; durch eine auf der oberen Fläche des Kastens befindliche Röhre werden die im Gassammelkasten nicht condensirten Dämpfe abgeleitet.

Der gereinigte Phosphor erhält meist die Form von Stangen. Das Formen geschieht noch ziemlich allgemein durch Einsaugen des unter Wasser geschmolzenen Phosphors mittelst des Mundes in Glasröhren, Erkaltenlassen dieser im Wasser und Ausstossen der Phosphorstangen. Dass durch dieses Verfahren die Arbeiter recht gefährdet sind, ist leicht begreiflich. Die Gefahr lässt sich vermeiden, wenn man zum Ansaugen des Phosphors Kautschukballons oder mechanische Saugvorrichtungen verwendet.

Fig. 194.



Da jede Phosphorfabrik über fliessendes Wasser in reichlichem Masse verfügen muss, so liegt nichts näher, als die vorhandene Wasserkraft als aspirirenden Motor bei der Formung des Phosphors zu verwenden. Zu diesem Zwecke eignet sich vorzüglich die Bunsen'sche Wassersaugpumpe (Fig. 194). Durch ein Rohr *a* wird Wasser mit schwacher Strömung nach dem 3—4 Centimeter langen Abflussrohr *b* geleitet, welches bei 8—10 Millimeter lichter Weite dazu dient, aus dem in eine Spitze ausgezogenen Glasrohr *c*, *d*, *d* durch den Wasserstrom die Luft wegzusaugen und dadurch in dem Gummischlauch *e* einen luftverdünnten Raum herzustellen. Wird der Gummischlauch mit Glasröhren verbunden, welche in zu formenden, schmelzenden Phosphor tauchen, so wird der Phosphor angesaugt und steigt in den Glasröhren bis zu einer gewissen Höhe, die beliebig bestimmt und geregelt werden kann. Die Glasröhren sind mit einem Messingansatz versehen, in welchen ein Hahn eingelassen ist, der zur Abschliessung des Glasrohres dient, wenn der Phosphor bis zur gewünschten Höhe aufgesaugt ist. Die Quetschhähne *b* dienen zur Wasserregulirung.

Der Phosphor muss stets unter Wasser aufbewahrt werden. Die Transportgefässe des Phosphors sind entweder mit Wasser gefüllte Blechbüchsen oder mit Paraffin getränkte und von aussen lackirte hölzerne wassergefüllte Fässchen. Jede Undichtigkeit der Emballage kann nach dem Auslaufen des Wassers zur Selbstentzündung des Phosphors führen.

Der Phosphor ist eine bei gewöhnlicher Temperatur waehsgelbe giftige Masse, die bei 40 Grad schmilzt, bei 290 Grad siedet, an der Luft raueht, sich oxydirt und leicht entzündet.

Zündhölzchen-Fabrication.

Eine der wichtigsten gewerbliehen Verwendungen des Phosphors ist die zu Reibzündhölzehen.

Die Zündmasse, welehe jedes Zündhölzchen als Köpfchen trägt, besteht aus Gummi (oder Dextrin), Phosphor und aus Substanzen, die Sauerstoff leicht abgeben und die Verbrennung beleben: chlorsaures Kali, salpetersaures Blei, Bleihyperoxyd, Braunstein, Mennige. Zur Bereitung der Zündmasse löst man Gummi oder Dextrin in warmem Wasser auf und setzt alsdann Phosphor hinzu, weleher letztere dureh Umrühren fein vertheilt wird und in der Masse schmilzt. Es ist selbstverständlich, dass dies mit grosser Vorsieht gesehehen muss, weil sonst der Phosphor leieht zur Entzündung kommt. Bis die Masse kühl geworden ist, werden die Oxydationsmittel und etwaige Farbstoffe zugesetzt.

Wenn das Umrühren der Zündmasse in offenen Gefässen geschieht, so müssen dieselben wegen des sieh entwiekelnden Phosphordampfes unter dem Busen eines gut ziehenden Rauehfanges aufgestellt sein und hier die Operationen vorgenommen werden. Besser sind völlig geschlossene Rührapparate, die so eingeriehtet sind, dass die sich entwiekelnden Dämpfe während des Koehens der Masse im Wasserbade durch zum Sehornstein gehende Leitungsröhren völlig abgeführt werden, so dass gar kein Phosphordampf in den Fabriksraum eintritt.

Die Hölzchen werden zuerst in flüssigen Sehwefel (oder in Waehs und Paraffin) und alsdann in die Zündmasse getaueht und schliesslich in besonderen Räumen, meist dureh Luftheizung, zum Troeknen gebraeht.

In Phosphor- und Zündhölzchenfabriken ist es stets der bei der Verdunstung des Phosphors entstehende, elementaren Phosphor und Oxydationsproduete des Phosphors enthaltende Dampf, der die unter dem Namen Phosphornekrose bekannten Erkrankungen der Kiefer der Arbeiter verursaeht. Bemerkenswerth ist, dass die Phosphornekrose viel seltener in den Phosphorfabriken als in den Phosphorzündhölzehen-Fabriken vorkommt. In letzteren werden wieder jene Arbeiter von dieser Krankheit am häufigsten befallen, welehe in Räumen beseháftigt sind, wo Phosphordampf die Luft erfüllt. Namentlieh die beim Troeknen entstehenden Dämpfe verderben die Luft der Zündhölzchenfabriken am meisten und sind eine beständige Gefahr für die Arbeiter. Um sieh eine Vorstellung davon zu maehen, muss man sieh vergegenwärtigen, dass in einer noch keineswegs grossen Fabrik, die täglieh 2 Millionen Hölzer erzeugt, eirea 15—20 Kilogramm Zündmasse verarbeitet werden. Reehnet man für jeden Hölzchenkopf nur eine Quadratlinie Fläeheninhalt, so wird obige Masse, welche den Phosphor in feinst-

vertheilter Form, also unter den für die Verdampfung günstigsten Verhältnissen enthält, auf eine Fläche von circa 18 Quadratmeter ausgebreitet, der Temperatur von 26—32° Celsius ausgesetzt. Stellt man sich nun weiter vor, das geschehe häufig in niederen Localitäten, in denen mehrere Menschen arbeiten müssen, ohne Ventilation, so wird man leicht begreifen, dass unter solchen Umständen die Kiefernekrose eintreten muss.

Mit Rücksicht auf diese Erfahrung, dass der Phosphordampf die Ursache des erwähnten Leidens ist, hat man zuerst angeordnet, dass diejenigen Locale, wo dieser Dampf vorzugsweise auftritt (Tauch- und Trockenlocale) von allen übrigen völlig separirt werden. Weiter verlangt man für alle Locale, in welchen die Arbeiter verkehren, energische Ventilation. Die Trockenkammern sollen gewölbt, cementirt und mit Abzugsröhren versehen sein, welche letztere in ein Hauptrohr münden, das ausserhalb der Kammer liegt und direct in den Schornstein führt, der für die Heizung des Fabriksofens dient. Der Phosphordampf der Trockenräume wird auf diese Art durch die heissen Verbrennungsgase des Trockenofens hinreichend verdünnt, theilweise oxydirt und auch für die Nachbarn unschädlich gemacht.

Selbstverständlich muss den Arbeitern das Essen, Trinken und Rauchen in der Fabrik verboten, dagegen Reinhaltung des Mundes durch häufiges Ausspülen, allenfalls mit schwach alkalischem Wasser, Waschen der Hände und Wechseln der Kleider beim Verlassen der Fabrik zur Pflicht gemacht werden. Vielfach wird darauf aufmerksam gemacht, dass hauptsächlich solche Arbeiter erkranken, welche cariöse Zähne haben und dass cariöse Zähne die Atrien für die Schädlichkeit sind. Andererseits wird behauptet, dass die Caries der Zähne das erste Symptom der beginnenden Erkrankung sei. Wie sich auch das verhalten mag, jedenfalls ist auftretende Caries der Zähne eine Warnung, sogleich die Beschäftigung aufzugeben. Nur dadurch kann man die späteren, schweren Affectionen verhüten.

Man hat das Terpentinöl als Antidot des Phosphors zur Einführung in den Zündhölzchenfabriken empfohlen. Letheby gab den Rath, die Arbeiter mit Terpentin gefüllte Blechkapseln auf der Brust tragen zu lassen, damit das ozonisirte Terpentinöl dem Phosphor den Sauerstoff zur Oxydation liefere. Mehrfache Beobachtungen sprechen dafür, dass unter dem Einflusse des Terpentinöls die Phosphornekrose nur höchst selten zu Stande kommt. Doch ist zu berücksichtigen, dass das Terpentinöl an und für sich selbst auf viele Menschen nachtheilig wirkt, und namentlich, wenn es durch den Respirator fortwährend in grösseren Mengen eingeathmet wird, üble Zufälle, Kopfweh, Uebelsein und auch schwerere Krankheitserscheinungen verursacht. Es ist deshalb zweckmässiger, das Terpentinöl als Gegengift gegen den Phosphor in der Art anzuwenden, dass man in den Arbeitsräumen Schalen aufstellt, aus welchen der Terpentinöldampf sich der Luft beimischt.

Da Kohle ein mächtiges Absorbens für Phosphordampf ist und da wässrige Kupfervitriollösungen aus fetten Oelen Phosphor als

Phosphorkupfer niederschlagen, so scheint auch eine mit Kohle gemengte Kupfervitriollösung ein wirksames Antidot zu sein.

Phosphor als Gift.

Der weisse Phosphor findet noch eine andere, sanitär bedeutsame Verwendung, nämlich als Mittel zur Vertilgung von Ratten, Mäusen und anderem Ungeziefer. Er wird gewöhnlich in Form einer Pasta oder mit Fett, Unschlitt, Mehl und Stärke vermischt, verwendet. Gegen diese Verwendung des Phosphors werden gewisse Bedenken geltend gemacht, und zwar wird hauptsächlich auf die Feuergefährlichkeit und die Giftigkeit solcher Präparate hingewiesen. Man will manche räthselhafte Fälle von Bränden in der Art erklären, dass phosphorhaltige Lockspeisen von Ratten verschleppt, in Scheunen oder auf Böden gebracht und dort durch directe Sonnenstrahlung oder durch die Wärme des Locales entzündet wurden. Man fürchtet auch, dass die phosphorhaltige Masse zu Giftmorden, Selbstmorden und fahrlässigen Vergiftungen Anlass geben und kleine Hausthiere, die den Menschen als Nahrung dienen: Hühner, Gänse u. s. w. vergiften könne. Die Vorsichtigen verlangen deshalb, derartige phosphorhaltige Vertilgungsmittel gar nicht in den Verkehr gelangen zu lassen. Das Publicum solle verhalten werden, zu diesem Zwecke geeignete und für den Menschen ungefährliche Substanzen in Verwendung zu ziehen. (Man empfiehlt z. B. 1 Theil Euphorbium, 3 Theile Brechweinstein, etwas Aventurin oder Glimmerpulver in 15 Theilen geschmolzenen Talges einzurühren und das ganze in Kerzenform zu bringen.)

Dem gegenüber muss hervorgehoben werden, dass die Verhältnisse auf dem Lande (Feldmäuse können den Ertrag der Ernte sehr erheblich mindern) die Anwendung der billigen phosphorhaltigen Vergiftungsmittel nothwendig bedingen, dass der Phosphor leicht und in einer Weise beigemischt werden kann, durch die eine Feuersgefahr oder die Vergiftung der Menschen ganz gut vermieden werden kann. Die phosphorhaltigen Talgcompositionen sind nur feuergefährlich, wenn gröbere Phosphorstückchen in ihnen enthalten sind. Wenn der Phosphor darin genügend fein vertheilt ist, so ist die Selbstentzündung ganz unwahrscheinlich. Vergiftungen der Menschen können durch Zusatz von Kienruss zur Talgmasse, durch Anwendung ranzigen Talges u. s. w. leicht verhütet werden, Mischungen von Phosphor mit Brot, reinem Speck, Zucker, Mehl sind natürlicherweise nicht so zweckmässig und gefährden leichter das Geflügel.

Rother Phosphor.

Die Thatsache, dass Phosphorvergiftungen zahlreich zur Beobachtung kommen, seitdem der weisse Phosphor durch die Zündhölzchen Jedermann bequem zugänglich geworden ist, und die Erfahrung, dass durch unvorsichtige Gebahrung mit Zündhölzchen Feuersbrünste und Verbrennungen häufig auftreten, hat zahlreiche Vorschläge gefördert, welche die Verhütung der aus der Verwendung des weissen Phosphors zu Zündhölzchen für den Consumenten

erwachsenden Gefahren anstreben. Unter diesen Vorschlägen ha jener, demgemäss der giftige und leicht entzündbare weisse Posphort durch den ungiftigen und nicht leicht entzündbaren rothen oder amorphen Phosphor bei der Zündhölzchenfabrication ersetzt wird, gegenwärtig thatsächlich Realisirung gefunden, und zwar durch die Erzeugung der sogenannten schwedischen Zündhölzchen.

Das Köpfchen des schwedischen Zündhölzchens enthält gar keinen Phosphor, sondern besteht aus einem Gemenge von chlorsaurem Kali, Schwefel und verschiedenen Oxydationsmitteln. Die Entzündung des aus dieser Masse geformten Zündhölzchenköpfchens erfolgt durch Reiben an einer (gewöhnlich an der Zündhölzchenschachtel) angebrachten Reibfläche, auf welcher amorpher Phosphor, Grauspiessglanz, Schwefelkies, Braunstein und Glaspulver aufgetragen ist.

Die Zündhölzchen enthalten demnach allerdings nicht den giftigen und leicht entzündbaren weissen Phosphor, wohl aber Mennige, Kaliumbichromat und dergleichen gefährliche Substanzen, so dass sie die Bezeichnung „giftfrei" nicht verdienen. Zudem enthält nach den Untersuchungen von Jolin der zur Fabrication der schwedischen oder Sicherheitszündhölzchen verwendete rothe Phosphor gegen 2% weissen Phosphor und 1% Arsen.

Mit Rücksicht auf diesen Gehalt an weissem Phosphor drängt sich die Frage auf, ob bei grossartiger Erzeugung nicht auch hiedurch Phosphor-Erkrankungen entstehen können, besonders wenn man glaubt, bei Erzeugung dieser Zündhölzchen alle Vorsichtsmaassregeln ausser Acht lassen zu können. Schon aus diesen Gründen ist es nicht angezeigt, bei der Zündhölzchenfabrication die Verwendung des rothen Phosphors an Stelle des weissen obligatorisch zu machen, wie dies in manchen Staaten angeordnet wurde. Nun kommen aber noch weiter jene Bedenken in Betracht, die in der durch die schwere Entzündbarkeit des rothen Phosphors begründeten Nothwendigkeit liegen, bei der Fabrication der schwedischen Zündhölzchenwaaren leicht explodirbare Stoffe als Zünder anwenden zu müssen. Ehe man beim Fabriksbetrieb einem so gefährlichen Körper, wie das chlorsaure Kali ist, Eingang verschafft, scheint es doch der Ueberlegung werth, ob nicht die hie und da vorkommenden einzelnen Fälle von Kiefernekrose, die übrigens bei Durchführung der besprochenen Schutzmaassregeln vermeidbar sind, leichter hingenommen werden können, als eine durch unvorsichtiges Gebahren mit chlorsaurem Kali bewirkte Explosion. Bei der vor etwa fünf Jahren stattgefundenen Explosion der Zündhölzchenfabrik zu Gothaburg, welche mit rothem Phosphor arbeitete, flogen 41 Arbeiter mit in die Luft.

Auch der Gebrauch der schwedischen Zündhölzchen ist gar nicht so gefahrlos, wie man gewöhnlich glaubt. Der oft sehr hohe Gehalt an chlorsaurem Kali verursacht in Folge verschiedener zufälliger Anlässe bedeutende Detonationen, die nicht

selten Verletzungen herbeiführen. (In Wien haben sich mehrere Fälle dieser Art ereignet.)

Der rothe Phosphor wird durch mehrstündiges Erhitzen von gewöhnlichem Phosphor bei einer Temperatur von 230—250° Celsius dargestellt. Bei dieser Operation destillirt eine ansehnliche Menge von gewöhnlichem Phosphor über und wird unter Wasser aufgefangen. Bei Beginn der Erhitzung entwickelt sich reichlich entzündliches und nicht entzündliches Phosphorwasserstoffgas, später Arsenwasserstoff, Phosphordampf, welche Gase und Dämpfe bei zweckmässiger Construction der zur Darstellung des rothen Phosphors dienenden Apparate vollständig in den Kamin abgeführt werden.

Der in der Retorte zurückbleibende Rückstand ist hauptsächlich rother Phosphor, welcher mehr oder weniger mit gewöhnlichem unveränderten Phosphor vermengt ist. Durch Ausziehen mit Schwefelkohlenstoff, worin der rothe Phosphor unlöslich ist, lässt sich die Trennung des rothen vom weissen Phosphor gefahrlos bewirken, wenn die bereits oben bei der Reinigung des gewöhnlichen Phosphors mit Schwefelkohlenstoff erwähnte Vorrichtung vorhanden ist und der Process sorgsamst überwaeht wird.

Gerberei.

Durch das Gerben soll die Haut in Leder übergeführt werden. Das Leder unterscheidet sich von der Haut dadurch, dass es der Fäulniss in hohem Grade widersteht und beim Kochen mit Wasser nicht oder schwer in Leim verwandelt wird. Im Uebrigen hat das Leder die Festigkeit, Geschmeidigkeit und Biegsamkeit wie die Haut.

Leder ist nichts Anderes als Haut, in welche gewisse Stoffe eingelagert wurden, die beim Trocknen das Zusammenkleben der Fasern verhindern, indem sie, ähnlich wie die Thier- und Pflanzenfaser mit den Farbstoffen sich mit der Bindegewebsfaser der Haut verbinden und dieselbe einhüllen.

Nicht die Haut im weiteren Sinne des Wortes ist es, die das Leder gibt, sondern die gereinigte Haut oder die Blösse, d. i. die von den meisten übrigen Gebilden möglichst befreite Lederhaut, das Corium. In sie sollen beim Gerben gewisse Substanzen, die Gerbmaterialien, eingelagert werden. Als solche Substanzen benützt man:

1. Gerbsäure und gerbsäurehaltige Substanzen (Loh- oder Rothgerberei);

2. Alaun und Kochsalz (Weissgerberei);

3. Fett (Sämisch- oder Oelgerberei).

Bei jeder Art von Gerberei kommen zwei Betriebsphasen in Betraeht: 1. die Präparirung der Haut, um sie zur Aufnahme der Gerbmaterialien tauglich zu machen und 2. das Gerben selbst, d. h. das Imprägniren der präparirten Haut mit Gerbmaterialien.

Die Manipulationen, welche behufs Vorbereitung der Haut vorgenommen werden, sind bei jeder Art von Gerberei ziemlich

gleich und unterliegen demnach gemeinsamen sanitären Gesichtspunkten.

Diese vorbereitenden Operationen bestehen:

1. in dem Einweichen der Häute;

2. in dem Reinigen der Fleisch- und dann der Haar- und Narbenseite;

3. in dem Sehwellen oder Treiben der Blösse.

Das Einweichen geschieht entweder durch Einlegen der Häute in fliessendes Wasser oder in Bottiche. Die Häute werden 2—10 Tage im Wasser belassen. Das Einlegen der Häute in fliessendes Wasser kann, wenn letzteres ein sehwaches Gefälle hat, der Fisehzucht sehr naehtheilig werden. Das Einweichen in Bottichen erzeugt stinkende Weichwässer, deren freier Abfluss in kleine Wasserläufe erst nach ihrer Reinigung durch Kalk zulässig ist.

Nach genügender Erweichung der Häute schreitet man zum Reinigen der Fleischseite. Man legt die Häute mit der Haarseite naeh unten auf den Sehabebaum, einen halbrunden hölzernen Baum und nimmt mittelst des Schabeeisens die anhängenden Fleisch- und Fetttheile und das der Fleisehseite anhängende Unterhautzellgewebe weg. Diese Abfälle sind ein werthvolles Material für die Leimfabrication, müssen aber raseh gesammelt und abgeführt werden, da sie sonst sehr bald faulen und starken Gestank verbreiten.

Hierauf bringt man die Häute nochmals zum Auswaschen und zum Walken. Dann folgt das Reinigen der Haar- und Narbenseite, das Abhaaren. Die Haare sitzen in der gereinigten und geweichten Haut in einer in das Corium tief hineinragenden Einstülpung der Oberhaut so fest, dass sie nicht, ohne abzureissen, ausgerauft werden können; das Abrasiren ist nicht anwendbar, weil dabei die Haarwurzeln zurückbleiben, wodurch der Qualität des Leders gesehadet würde. Man bewirkt deshalb dureh eine sogenannte „Kälkung" eine Art Aufloekerung, nach welcher die Haare durch das sogenannte Abspälen, d. i. durch Bearbeiten der Haare mit dem stumpfen Schabemesser in einer dem Strieh der Haare entgegengesetzten Richtung leicht entfernt werden können. Die Kälkung findet entweder durch Einlegen der Häute in Bottiche, die Kalkmilch oder Gaskalk enthalten, oder durch das Sehwitzen statt. Bei letzterem Proeess werden die Häute in Schwitzkammern mit oder ohne Dampfzusatz feuchtwarmer Luft ausgesetzt und so einer schwachen Fäulniss unterworfen.

Beim Schwitzen entwiekeln sich in der Schwitzkammer versehiedene Fäulnissproducte, namentlich Fettsäuren, Aminbasen und Schwefelammon. Das Betreten der Schwitzkammern muss deshalb mit der grössten Vorsicht, d. h. nach ihrer vorherigen genügenden Auslüftung gesehehen.

Sehwitzkammern, welehe man durch Wasserdampf erwärmt, haben den Vorzug, dass mit der Condensation des Wasserdampfes aueh die sehädlichen Gase und Dämpfe zum Theil niedergeschlagen werden.

Das Auflockern der Haare in Kalkmilch entwickelt wenig Geruch, dagegen ist die Behandlung der Häute mit Gaskalk wegen des Gestankes, den letzterer verbreitet, stets mit grosser Belästigung verbunden. Da die Kalkwässer die organischen Substanzen, welche beim Kalken entstehen, aufnehmen und mit Resten von Haaren oft in bedeutendem Maasse verunreinigt sind, so müssen sie in dichten Bassins aufbewahrt, daselbst zum Absitzen gebracht werden und können erst nach der hiedurch bewirkten Reinigung abgelassen werden.

Die so auf beiden Seiten gereinigten Häute kommen nun zum Schwellen. Dieses bezweckt eine vollständige Auflockerung des Hautgewebes, um das Eindringen der Gerbmaterialien zwischen die Hautfasern zu erleichtern. Beim Schwellen werden die Häute mit sogenannten Schwellbeizen behandelt, die man durch saure Gährung von Gerstenschrot mit Weizenkleie oder aus saurer Lohbrühe oder auch durch Uebergiessen von Exerementen der Hühner, Tauben und Hunde mit Wasser bereitet. Bei diesem Vorgang ergeben sich faulige Abwässer, die entweder zur Berieselung der Aecker verwendet werden können oder vor dem Ablassen in wasserdichten Gruben gesammelt, mit Kalk präcipitirt und zum Absitzen gebracht werden müssen, da ihr freies Ablassen ohne vorherige Reinigung begreiflicherweise recht nachtheilig werden kann.

Nach allen diesen Vorbereitungen ist die Haut derart präparirt, dass sie mit den Gerbmaterialien imprägnirt, d. h. dass das eigentliche Gerben nunmehr vorgenommen werden kann. Die Sättigung der Hautfaser mit Gerbstoff wird auf zweierlei Weise bewirkt, nämlich: 1. indem man die Häute abwechselnd mit Lohe schichtet, was man das Einsetzen in Gruben nennt, oder 2. indem man sie zuerst in verdünnte, dann in concentrirte Lohauszüge eintaucht (Gerben in Lohbrühe).

Bei der Weissgerberei findet das Gerben in einer Brühe von Alaun und Bleizucker statt. Bei der Sämisch- oder Oelgerberei gelangen die gereinigten Blössen in Kleienbeize, werden dann ausgewunden, in die Walke gebracht und mit Fett getränkt. Bei letzterer Operation bleibt ein Theil des Oeles in der Haut in unverbundenem Zustande und wird durch Pottaschelösung entfernt. Aus der ablaufenden weissen Brühe scheidet sich beim ruhigen Stehen eine Fettmasse ab, welche Degras oder Gerberfett heisst und zum Zurichten des lohgaren Leders verwendet wird.

Zum Einsetzen der Häute in Gruben, bedienen sich die Lohgerbereien in den Boden versenkter, wasserdichter Kästen oder Bottiche von Eichen- oder Fichtenholz. Die Dauer der Einwirkung des Gerbstoffes richtet sich nach der Dicke der Häute und nach der Qualität des Leders, das man erzielen will, und variirt von zwei Monaten bis zu zwei Jahren, auch noch länger. Den Boden der Grube oder des Bottichs belegt man einige Centimeter hoch mit ausgelaugter Lohe, gibt dann eine Schichte frischer Lohe darauf, breitet darüber die Haut aus, streut wieder eine Lohschichte auf,

dann legt man eine zweite Haut auf u. s. w., bis die Grube oder der Bottich voll ist. Man pumpt dann so viel Wasser zu, dass dieses etwas über der obersten Haut steht. Die Grube wird mit einem Deckel verschlossen und sich selbst überlassen.

Die bei der Lohgerberei sich ergebenden Lohbrühen enthalten die Macerationsstoffe der Häute, Fettsäuren, namentlich butterpropionsaure Verbindungen, gelösten Gerbstoff u. s. w. Sie können, wenn sie in kleine Wasserläufe frei abgelassen werden, die Fischzucht schädigen und in stagnirenden Gräben Fäulnissprocesse herbeiführen. Zur Berieselung können sie mit Vortheil benützt werden. Gerbereien, die nicht an grossen Wasserläufen liegen und die Abwässer zur Berieselung nicht verwenden können, müssen verhalten werden, dieselben vor ihrem Ablassen in Gräben, Canäle oder kleine Bäche durch Kalk zu reinigen.

Die verbrauchten festen Gerbmittel finden manchmal Verwendung zu Lohkuchen. Das Trocknen der Lohe entwickelt, weil mit dem verdunstenden Wasser die in gebrauchter Lohe vorhandenen Riechstoffe mitgerissen werden, einen eigenthümlichen Geruch, der nicht von Jedem vertragen wird.

Aus den obigen Auseinandersetzungen geht hervor, dass der Gerbereibetrieb selbst bei den besten Einrichtungen und der grössten Umsicht in der Mehrzahl der Fälle zu erheblichen Belästigungen der Nachbarschaft durch Luft- und Wasserverderbniss führen wird. In sanitärer Beziehung am günstigsten sind Gerbereien dann placirt, wenn sie entsprechend isolirt und an grossen Wasserläufen liegen. Neuanlagen sollten nur unter solchen Verhältnissen gestattet werden. Ganz besonders ist die Isolirung der Gerbereien dann nothwendig, wenn in denselben auch das Trocknen der Thierhäute vorgenommen wird. Dieses kann die Nachbarschaft ganz ausserordentlich belästigen. Die faulenden Weichtheile verderben die Luft in weitem Umfange, was sich namentlich an regnerischen Tagen in der empfindlichsten Weise geltend macht und es sammeln sich in der Nähe einer solchen Trockenanstalt unzählig viele Schmeissfliegen an, die der Umgebung sehr unangenehm werden. Zum Schutze der Häute gegen Insectenfrass werden sie häufig mit Carbolsäure imprägnirt.

Bei Gerbern kommen häufig Infectionen mit Milzbrandgift vor. Ferner leiden sie häufig an Blutunterlaufungen an den Fingern und an Fingergeschwüren, die sehr schmerzhaft sind (Fingercholera, Nachtigall sind die volksthümlichen Bezeichnungen dieser Krankheiten). Diese Affectionen entstehen wahrscheinlich durch die häufige Berührung mit dem Kalkhydrat und den faulenden Materialien. Häufiges Waschen der Hände mit Essig soll sich in dieser Beziehung nützlich erwiesen haben.

Verarbeitung der Thierhaare.

Wie bekannt, dienen die Borsten hauptsächlich zu Bürsten und Pinseln, die Pferdehaare zu Polsterungen. Diese Thierhaare sind aber erst dann dazu verwendbar, wenn die fremden Substanzen,

welche denselben anhängen und theils von dem Thiere, theils von den Schlacht- und Sammelstätten stammen: Blutreste, Epidermisschuppen, Exerementenstaub etc., entfernt sind. Diese Reinigung findet entweder durch Kochen mit Wasser statt oder durch Ablaugen, d. i. durch Behandlung der Haare mit Lösungen von Alaun, Kalk, Schmierseife.

Die sich hiebei ergebenden Wasch- und Auslaugewässer sind reich an zersetzbarer organischer Substanz und müssen im Falle, als sie ungereinigt abgelassen in Brunnen oder Wasserläufe gerathen und diese verderben könnten, einer Reinigung unterzogen werden.

Hasen-, Kaninchen- und Biberfelle verwendet man zur Filzfabrication. Die Felle werden erst mit einem sägeartigen Instrumente, dem Ritzer, behandelt, wodurch Blut, Staub und Schmutz in den Haaren zerrieben wird. Dann folgt das Ausklopfen der Felle. Letzteres kann im Freien geschehen, wodurch die Arbeiter weniger belästigt werden. Die Felle werden hierauf gestutzt, d. h. es werden die vorstehenden Haare zu gleicher Länge mit den anderen geschnitten. Der hier entstehende Haarstaub verdient die sorgfältigste Beachtung, da er heftige Reizungen erzeugt. Es folgt das Beizen der Haare des Felles. Durch das Beizen erhalten die Haare die Fähigkeit „filzfähig" zu werden. Die hiezu verwendete Beize, eine arsenhaltige Lösung von Quecksilber in Salpetersäure, Secret genannt, soll durch kein anderes Mittel ersetzt werden können. Mit dieser Lösung wird das Haar unter Anwendung einer Ruthenbürste sehr derb gegen und nach dem Strich der Haare eingerieben.

Die eingebeizten Felle werden getrocknet und dann ausgeklopft und enthaart. Das enthaarte Fell kommt in der Regel in die Leimsiederei.

Die so präparirten Haare sind zum Filzen geeignet. Sie werden, nachdem sie durch Fachen (wobei viel Staub entsteht) nochmals von gröberen Haaren und von sonstigen Verunreinigungen befreit wurden, in einer Trommel durcheinander gemengt und dann durch mechanisches Bearbeiten der Haare unter gleichzeitiger Einwirkung von Wärme, Feuchtigkeit und einer Säure in Filz übergeführt. Die Arbeiter tauchen das in Leinwand eingeschlagene Filzmaterial wiederholt in nahezu siedendes, mit Bier- oder Weinhefe, Essigsäure, Schwefelsäure oder Lauge versetztes Wasser und drücken und klopfen es dann. Zuletzt wird der Filz mit der Walkbürste bearbeitet, geformt und eventuell auch gefärbt.

Wenn die Haarschneider die Beize selbst bereiten, so kann der hiebei entstehende Dampf von Untersalpetersäure auch für die Anrainer belästigend werden. Wenn in derartigen Etablissements viele Felle angehäuft und unzweckmässig aufbewahrt werden, oder wenn der in den Haarschneideräumen sich überall und fortwährend ansammelnde Haarstaub nicht fleissig gesäubert wird, so stinkt es in der Umgebung solcher Betriebsanlagen bis zur Unerträglichkeit. Doch muss darauf aufmerksam gemacht

werden, dass bei einem sorgsamen Betriebe diese Industrie die Nachbarschaft weder zu gefährden noch zu belästigen braucht.

Schwieriger dagegen ist es, die Arbeiter, insbesondere jene, welche das Beizen zu besorgen oder das gebeizte Haar weiter zu verarbeiten haben, genügend zu schützen. Das geeignetste Mittel, die Arbeiter der Einwirkung des aus Queeksilbersalzen, Arsenik und feinen Härchen bestehenden, äusserst gefährlichen Staubes zu entziehen, ist die Anwendung von zweekmässig construirten, den Arbeitstisch umsehliessenden Glaskästen, deren eine dem Arbeiter zusehende Wand mit Oeffnungen zum Durehstecken der Hände versehen ist. Im Uebrigen ist die sorgfältigste Ventilation und die regelmässige und saehgemässe Entfernung aller bedeutsamen Abfälle der Haarschneide-Etablissements vom sanitären Standpunkte zu fordern.

Die flüssigen Abgänge der Filzproduetion sind häufig noch quecksilber- oder arsenikhaltig; jedoeh nur meist in so geringem Maasse, dass deren freier Abfluss in der Mehrzahl der Fälle gestattet werden kann.

Federn.

Auch die Federn, mögen sie zur Füllung der Betten oder als Schreib- und Sehmuckfedern Verwendung finden, werden nach dem Trocknen an der Sonne oder in geheizten Räumen durch Fachen oder Klopfen mit Stäbehen von dem Schmutze gereinigt.

Bettfedern sind in sanitärer Beziehung deswegen bedeutsam, weil an ihnen mit Vorliebe fixe Contagien festhaften. Der Trödelhandel mit alten Federn erfordert deshalb eine sorgfältige Controle. Was alles in alten Bettfedern steckt, zeigt sich am besten, wenn man sie in den Bettfederreinigungs-Anstalten putzen lässt. Hier werden die Federn in geschlossenen trommelförmigen Sieben Wasserdämpfen ausgesetzt. Es entwiekelt sich hiebei ein unangenehmer Schweissgeruch. Eine Ableitung der Wasserdämpfe in den Sehornstein ist aus sanitärer Rücksicht von jeder grossen Federreinigungs-Anstalt zu verlangen.

Wegen der Gefährlichkeit soleher Bettfedern, die von Personen mit ansteckenden Krankheiten benützt wurden, hat man vorgeschlagen, unter Controle stehende Desinfections-Anstalten zu errichten, in der alle für den Trödelhandel bestimmten Bettfedern (und verdächtige Bekleidungsstücke) desinficirt und mit einem Stempel versehen werden sollen, ohne den die erwähnten Gegenstände vom Handel ausgeschlossen bleiben.

Hörner und Hufe.

Hörner und Hufe bedürfen, um zu Dreehslerarbeiten verarbeitet werden zu können, einiger vorbereitender Operationen. Dieselben bestehen vor Allem in dem Entkernen, d. h. in dem Entfernen des inneren, markigen, bisweilen blutreichen Kernes. Es findet das Entkernen durch Maceration der rohen Hufe und Hörner in mit Wasser oder mit verdünntem Harn gefüllten Bottichen statt. Die

Macerationswässer werden gewöhnlich wiederholt gebraucht, bis sie schliesslich so stark mit Extractivsubstanzen beladen sind, dass sie unbrauchbar werden. Sie können dann, mit Erde und Kalk versetzt, sehr vortheilhaft zu Düngzwecken benützt werden.

Bei der Maceration des Hornmateriales entstehen reichlich übelriechende Dämpfe, die bei einem grösseren Betriebe die Nachbarschaft sehr belästigen können und deshalb in die Feuerung abzuleiten sind. Auch kann die Umgebung durch die Magazine, in welchen die rohen und frischen Hörner und Hufe liegen, sehr molestirt werden. Frische Hörner und Hufe stinken ganz abscheulich und ziehen massenhaft die Ratten an. Hingegen verursacht das Lagern gut getrockneter Horngebilde nur einen unbedeutenden Geruch.

Die macerirten Rohmaterialien werden wieder mit Wasser, dem häufig etwas saure Lohbrühe zugesetzt wird, ausgewaschen. Die hiebei entstehenden Abwässer wird man in der Regel in die Canäle oder in die Wasserläufe frei ablassen können.

Die gereinigten Hornmaterialien werden mit rothglühenden Eisen geschnitten und aufgeschlizt. Da sich hiebei der bekannte, sehr widerliche Geruch nach verbranntem Horn entwickelt, so sollte diese Operation stets nur unter dem Busen eines gut ziehenden Rauchfanges vorgenommen werden. Bei einem grösseren Betrieb ist zu fordern, dass die Dämpfe in eine Feuerung geleitet werden.

Hierauf folgt das Pressen der Hornsubstanz zwischen mit Fett eingeriebenen Kupferplatten bei 100 Grad. Es entwickeln sich auch bei diesem Vorgange üble, aus dem heissen Fett stammende Gerüche, die für die Arbeiter recht lästig werden können, wenn die Fabrikslocalitäten nicht luftig, hoch und gut ventilirt sind.

Betreffs des Färbens der Horngebilde (auch der Haare, der Federn, des Filzes) ist vom sanitätspolizeilichen Standpunkte hauptsächlich die Art und Weise, wie die verbrauchten Beizen und Färbebäder beseitigt werden, zu beachten.

Verwendung der Därme.

Därme werden entweder zu Wursthüllen oder zu Darmsaiten verwendet. Zu beiden Zwecken soll nur der seröse Ueberzug des Darmes dienen, weshalb das anhängende Fett, Fleisch oder die Schleimhaut durch häufig erneuerte Maceration mit Wasser, das unterchlorigsaures Natron, Chlorkalk u. s. w. enthält, weggebracht wird. Manchmal werden auch die gereinigten Därme geschwefelt und das bei der Maceration sich abscheidende Fett gesammelt und verwerthet.

Rasche Beseitigung aller Abfälle ist bei dieser Fabrication vom sanitären Standpunkte das Wichtigste.

Leimfabrication.

Die bindegewebigen Theile des thierischen Körpers werden durch fortgesetztes Kochen aufgequellt und liefern dann eine Masse,

die man Gallerte nennt. Wird diese Gallerte vollständig zum Austrocknen gebracht, so entsteht hiedurch ein durchscheinender oder auch durchsichtiger, spröder, geschmack-, geruch- und farbloser Körper, der sich in Wasser löst und wegen seiner klebrigen Eigenschaften zum Zusammenfügen von Holz- und Papiergegenständen und als Kitt Anwendung findet. Dieser Körper ist der Leim.

Die Stoffe, aus dem der Leimsieder den Leim darstellt, werden Leimgut genannt und sind gewöhnlich Abfälle, und zwar Abfälle der Gerberei, der Küchenwirthschaft, der Handschuh- und Filzfabrication. Zum Leimgut werden weiter verwendet: Katzen-, Hundefelle, Ochsenfüsse, Fleehsen, Gedärme, Lederabschnitzel der Sattler, Riemer, Kürschner, Schuhmacher u. s. w.

Die Aufbewahrung und Magazinirung des Leimgutes ist nach den gleichen sanitären Gesichtspunkten zu beurtheilen, wie die Aufbewahrung der Knochen (siehe Seite 727).

Die Verarbeitung des Leimgutes beginnt mit dem Kalken desselben. Es hat den Zweck, das leimgebende Gewebe von Fett und allen fleischigen und blutigen Theilen zu trennen. Auch kann man gekalktes Leimgut für die Leimfabrication längere Zeit aufwahren. Das Kalken wird in sogenannten Kalkäschern vorgenommen, d. h. in grossen Gruben oder Behältnissen, welche dünne Kalkmilch enthalten. Die Kalkmilch wird öfters erneuert. Hiedurch werden die dem Leimgute adhärirenden Blut- und Fleischtheile gelöst und die Fettsubstanzen verseift. Die kalkhaltigen Macerationswässer enthalten besonders buttersaures, baldriansaures und propionsaures Calcium. Diese Maerationswässer können, mit Erde vermischt, als Düngstoff sehr gut verwerthet werden. Die Aescher müssen öfter umgerührt werden; dabei entwickelt sich ein unangenehmer Geruch nach Ammoniak und Schwefelammon.

Das gekalkte Leimgut wird gewaschen. Man bringt es in Netze aus Hanf oder in Weidengeflechte, die man in fliessendes Wasser taucht. Oft findet auch das Waschen in Bottichen statt. Im letzteren Falle sind die Spülwässer sehr bedeutsam, da sie reich an Maecrationsstoffen thierischer Gewebe sind. Meist wird ihre Reinigung vor ihrem freien Ablassen nothwendig sein. Man hat hiezu Absitzenlassen in Schlammkästen und Behandeln der klaren Flüssigkeit mit gebrauchter Lohe in Vorschlag gebracht.

Hierauf folgt das Versieden des Leimgutes. Hiebei entwickeln sich stinkende Gase und Dämpfe, darunter Ammoniak und Schwefelammon. Wenn in unzweckmässigen Apparaten oder unvorsichtig gearbeitet wird, so brennt das Leimgut stellenweise an und es entwickelt sich ein höchst unangenehm riechendes Empyrheuma. Letztere Zufälle können durch das Versieden mit Dampf vermieden werden. Die beim Versieden sich entwickelnden Dämpfe sind aus Rücksicht für die Arbeiter und Anrainer unter den Rost der Feuerung zu leiten und zu verbrennen.

Nach vollendetem Versieden wird die Leimlösung durch längeres Absitzen in Decantirgefässen — Leimkufen — geklärt, hierauf

wird sie in Formen gegossen und schliesslich getrocknet. Man trocknet sie in luftigen oder durch künstliche Beheizung erwärmten Trockenböden auf Netzen, die aus Bindfäden gefertigt und in Rahmen eingespannt sind. Das Trocknen ist eine der schwierigsten Operationen der Leimsiederei, da bei verschiedenen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen das Product verdirbt oder in der Qualität viel verliert. Oft verursachen plötzlich eintretende ungünstige Witterungsverhältnisse die Fäulniss der ganzen zum Trocknen bestimmten Gallerte, wodurch ein sehr belästigender Gestank entsteht, der selbst in der weiteren Umgebung der Fabrik wahrgenommen wird.

Die vielfachen, eben geschilderten, zum Theil nicht vermeidbaren Uebelstände das Leimsiedereibetriebes nöthigen deshalb bei der Concessionsertheilung von neuanzulegenden Leimfabriken mit der grössten Vorsicht vorzugehen und hauptsächlich die örtlichen Verhältnisse, die Einrichtungs- und Betriebsweise dieser Gewerbeanlagen und ihre Beziehungen zur Nachbarschaft in Betracht zu ziehen. Nur bei genügend isolirter Lage können Leimsiedereien geduldet werden.

Düngerfabriken.

Da zur Düngerfabrication nebst Knochen die verschiedenartigsten Stoffe: Abdeckerei- und Schlächterei-Abfälle, ganze Seefische, Fischabfälle, Nebenproducte aller jener Betriebe, die thierische Substanzen verarbeiten, Excremente der Menschen, faulende stickstoff-, phosphor- und kalihaltige Substanzen aller Art in mannigfacher Weise verwendet werden, so lassen sich allgemein giltige und für jeden Fall zutreffende Grundsätze darüber, was die Sanitätspolizei mit Bezug auf Düngerfabrication zu beachten und zu leisten hat, nicht geben. Selbstverständlich ist, dass gerade bei diesen Industriezweigen hauptsächlich gegen Bodeninfiltration durch die vielen hier sich ergebenden Jauchewässer und gegen Luftinfection durch Gestank, schädliche Stoffe und Contagien entsprechend vorgesorgt sein muss.

Die Gewinnung von Dungstoff aus menschlichen Excrementen nennt man Poudrette-Fabrication. Hiebei werden die Excremente zuerst mit Humussubstanzen, z. B. gebrauchter Lohe, Holzkohle, Torf, Steinkohlenasche, Gyps, Mergel, Erde u. s. w. gemischt, wodurch der Geruch der Excremente sehr vermindert wird, dann wird diese Mischung gepresst und in Formen (meist Ziegelformen) gebracht und schliesslich getrocknet. Beim Pressen läuft Flüssigkeit ab, die wieder zu Düngezwecken benützt wird. Der beim Trocknen der Dungziegeln entstehende, oft höchst widerliche Gestank kann am besten unschädlich gemacht werden, wenn die Trockenräume der Poudrette-Fabriken in jener Art construirt sind, wie dies betreffs der Trockenräume bei der Superphosphat-Fabrication erwähnt wurde.

Unter allen Umständen wird man bei Auswahl des Platzes, auf dem sich eine Dünger- oder Poudrette-Fabrik etabliren will, hauptsächlich auf eine entsprechende Entfernung von menschlichen Wohnungen zu achten haben. Selbstverständlich muss auch die

Zufuhr der Excremente und deren Aufbewahrung in der Fabrik bis zur Verarbeitung entsprechend geregelt sein.

Talgschmelzen.

Unter Talg versteht man das Fett der Wiederkäuer. Dieses Fett zeichnet sich durch verhältnissmässig grosse Härte aus. Alle Talgsorten nehmen beim längeren Liegen an der Luft einen eigenthümlichen Geruch an, der von der Bildung flüchtiger Fettsäuren herrührt.

Das Auslassen des Talges, d. h. das Ausscheiden des Fettes aus den Zellen, in welchen es sich im Thierkörper befindet, das Befreien des Rohtalges von den „Grieven" geschieht in allen Fällen durch Erwärmung. Die in's Schmelzen gerathenen Fettkügelchen dehnen sich hiebei aus, sprengen die Zellhäute, das flüssige Fett fliesst aus und die Zellhäute schrumpfen zusammen und bilden eine Masse, die man Grieven nennt.

Man hat verschiedene Verfahren, um das Fett von den Grieven zu trennen. Entweder wird der Rohtalg nur gröblich zerschnitten, der Wärme ausgesetzt und der Wirkung der letzteren allein überlassen, die häutigen Umhüllungen zu öffnen, oder man arbeitet dem Einfluss der Wärme vor und zwar entweder durch mechanische Hilfsmittel (durch Zerquetschen zu Brei) oder durch chemische Hilfsmittel (Zusatz von Kochsalz, Schwefelsäure), deren Zweck das Zerstören der Zellhäute ist.

Das erstere Verfahren ist das ältere und wird in kleinen Talgschmelzereien noch vielfach angewendet, da zu seiner Ausführung nur einfache Einrichtungen nöthig sind. Auch bietet es den Vortheil, dass die in dieser Art gewonnenen Grieven ein brauchbares Viehfutter sind; dagegen haftet diesem Verfahren der Nachtheil an, dass das Fett des Talges nur unvollständig ausgebeutet wird.

Die Talgschmelzereien sind in sanitärer Beziehung sehr bedeutsam und zwar hauptsächlich deshalb, weil sich bei dem Erhitzen des Rohtalges, und zwar mehr oder weniger bei jeder Art von Fettschmelzerei, ein übler Geruch bildet und die Nachbarschaft weithin in hohem Grade belästigt.

Die Grösse der Belästigung hängt wesentlich davon ab, wie das Schmelzen des Fettes vorgenommen wird und von welcher Beschaffenheit das Rohmaterial ist. Je unreiner, älter und ranziger der zum Ausschmelzen verwendete Rohtalg ist, desto widerlicher ist der beim Schmelzen entstehende Gestank.

Die primitivsten Einrichtungen der Fettschmelzerei sind diejenigen, bei welchen nur die Böden der Schmelzkessel, welche unmittelbar vom Mauerwerk des Ofens umgeben sind, direct über freiem Feuer erhitzt werden.

Es ist, wenn auch fleissig gerührt wird, nicht zu vermeiden, dass der Talg stellenweise anbrennt, wodurch sich empyrheumatische und durch Erhitzung stickstoffhaltiger Gewebe

entstandene übelriechende Dämpfe, weiter flüchtige Fettsäuren und vielleicht auch Zersetzungsproducte des Fettes, darunter das heftig reizende Acroleïn bilden und so einen ganz abscheulichen Gestank erzeugen.

Auch die neueren Methoden des Talgschmelzens vermeiden nicht den Gestank, obwohl sie im Ganzen sanitär weniger bedenklich sind. Anstatt des freien Feuers benützt man Wasserbäder oder Dampfheizvorrichtungen, endlich Apparate, durch welche man Wasserdampf in das zu schmelzende Fett einbläst. Jene Einrichtungen, bei welchen das Schmelzen in durch Dampf geheizten, doppelwandigen Kesseln oder vermittelst durchlaufender Dampfröhren oder in Wasserbädern stattfindet, wären vom sanitären Standpunkte relativ noch die entsprechendsten, weil hiebei die Belästigung durch den üblen Geruch verhältnissmässig am geringsten ist; allein diese Methoden haben sich als zu kostspielig erwiesen und werden nur von wenigen Industriellen in Anwendung gezogen. Bei jenen neueren Methoden, bei denen der Dampf mittelst Einblasens zum Schmelzen des Fettes verwendet wird, ist die Belästigung durch den Geruch stets eine bedeutende, da anfangs, wenn die Wasserdämpfe in das kalte Fett eindringen, die zwischen den Fetttheilchen befindliche Luft durch den vehement einströmenden Wasserdampf verdrängt wird und, mit widerlichen Riechstoffen beladen, nach allen Seiten hin entweicht. Später lässt zwar der Geruch etwas nach, bleibt aber stets in unangenehmer Weise merklich.

Es wäre müssig darüber zu streiten, ob diese Stinkstoffe, wenn sie frei in die Atmosphäre gelangen, gesundheitsschädlich oder blos lästig sind. Gewiss ist, dass dieser Gestank für die allermeisten Menschen unerträglich ist.

Zur Vermeidung der durch diese Dämpfe entstehenden Belästigungen hat man dieselben durch kalkhaltige Medien passiren lassen, um hiedurch die Fettsäuren zu binden. Man hat z. B. Deckel mit Kohle und Aetzkalk oder Natronlauge auf den Kessel aufgesetzt. Die Erfahrung lehrt, dass sich bei einer so primitiven Einrichtung einzelne Dampftheilchen der Einwirkung des Absorptionsmittels entziehen und unverändert entweichen.

Besser sind jene Vorschläge, nach welchen die sämmtlichen Dämpfe aus den geschlossenen Kesseln durch Abzugsröhren in Apparate (Coaksthürme) geleitet werden, die mit Absorptionsmitteln (Kalk) gefüllt sind.

Das ausgeschmolzene Fett dient zur Fabrication der Seife, der Kerzen, des Glycerins und als Schmiermittel.

Seifenfabrication.

Die Fette haben die Eigenschaft, mit den Alkalien eigenthümliche Verbindungen einzugehen, welche man Seifen nennt.

Kali bildet stets weiche, Natron harte Seifen. Man unterscheidet ferner je nach der angewendeten Fettsubstanz Talgseifen, Oelseifen, Cocosnussölseifen, Thranseifen, Harzseifen u. s. w.

Die Fabrication der harten Seife beginnt mit der eigentlichen Verseifung.

Der Siedekessel ist von der Form eines an der Spitze abgerundeten Kegels. Sein unterer Theil besteht aus Eisen und wird direct durch Feuer erhitzt; oben erweitert sich der Kessel; dieser Theil heisst Sturz und ist von Holzdauben und Mauerwerk umgeben. Der Sturz hat den Zweck, der während des Siedens stark schäumenden Flüssigkeit Raum zum Steigen zu verschaffen. Der Kessel wird mit Lauge und Talg beschickt, mit einem Deckel bedeckt und unter Umrühren mehrere Stunden gekocht, bis er „probehaltig" ist, d. h. bis ein Tropfen, in Wasser gegossen, sich völlig klar löst. Unter fortwährendem Umrühren wird das Product dickflüssig und wasserhell und stellt eine Flüssigkeit dar, die man Seifenleim nennt.

Der heissen Masse wird Kochsalz zugesetzt. Dieses hat die merkwürdige Eigenschaft, die neutrale Seife in fast trockenem Zustande auszuscheiden. Durch den Kochsalzzusatz und durch fortwährendes Versieden findet eine Sonderung der gebildeten Seife aus ihrer Lösung statt. Die sich ausscheidende Seife kann durch das „Versieden zum Kern" zu einer gleichförmig geschmolzenen, blasenfreien Masse vereinigt werden. Das Aussalzen bewirkt also, dass die Seife von der Unterlauge und dadurch von einer bedeutenden Wassermenge befreit wird. Die Unterlauge, welche sich beim Abkühlen von der Kernseife absondert, enthält Glycerin, die Unreinigkeiten des verseiften Fettes und die bei der Verseifung entstandenen Mineralsalze. Sie wird meist zur Glycerinfabrication verwendet.

Die Seife selbst erstarrt zu einer körnig krystallinischen Masse, in welcher sich die im Seifenleim enthaltenen Unreinigkeiten zum Theil absetzen und die natürliche Marmorirung der Seife bedingen.

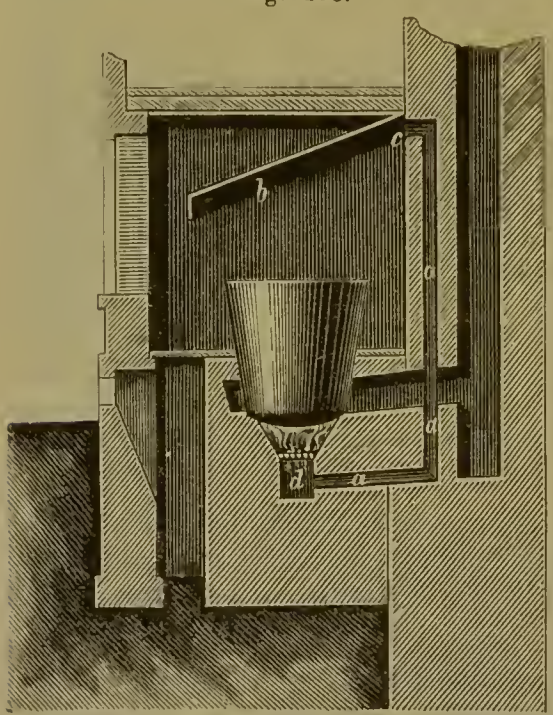
Je weniger Kochsalz man beim Aussalzen verwendet, desto mehr bleibt Wasser in der Seife zurück. Das Streben des Publicums, billig zu kaufen und die Sucht des Fabrikanten, diesem Wunsche nachzukommen, hat die sogenannten geschliffenen und die gefüllten Seifen eingeführt. Bei den geschliffenen Seifen werden nur sehr geringe Kochsalzmengen zum Seifenleim zugesetzt, wodurch viel Wasser in der Seife zurückbleibt. Dabei verliert die Seife die Fähigkeit zu krystallisiren und eine Marmorirung anzunehmen. Die sogenannte gefüllte Seife ist die schlechteste, indem eine solche Seife bei ihrer Bereitung nicht einmal soweit ausgesalzen wurde, dass sich die Unterlauge von der Seife getrennt hätte, so dass der ganze Inhalt des Siedekessels zusammenbleibt und als Seife verkauft wird. Beim Erkalten erstarrt nämlich das Ganze zu einer festen Seife, welche den bedeutenden Wassergehalt durch ihr Ansehen nicht verräth.

Das Marmoriren der Seife wird oft künstlich erzeugt, durch Zusatz von Zinnober und Ultramarin. Zum Färben und Par-

fümiren der Seife werden die verschiedenartigsten Farbstoffe und Riechstoffe benutzt darunter auch bedenkliche.

Wird Kali mit Fetten verseift, so erhält man Seifen, welche an der Luft nicht austrocknen, sondern eher aus der Luft Wasser anziehen und Gallerten bilden. Man nennt diese Kaliseifen Schmierseifen. Ihre Darstellung erfolgt durch Sieden von Fetten und Oel mit Pottaschenlauge bis zur Bildung von Seifenleim. Nach dem Erkalten bildet sich eine weisse Masse, welche auch das ausgeschiedene Glycerin enthält. In Folge der grossen Löslichkeit und der alkalischen Beschaffenheit der weichen Seife erhält sie für gewisse Anwendungen den Vorzug vor Natronseife, so zum Walken und Entfetten des Tuches und der Wollzeuge.

Fig. 195.



Seifenfabriken belästigen dann am meisten, wenn sie ihren Talg selbst schmelzen. Beziehen sie aus dem Handel das bereits präparirte Fett, so hängt der Grad ihrer Belästigung von der jeweiligen Betriebsweise, namentlich von der Einrichtung ab, mit der das Seifesieden stattfindet. Auch ist für die Beurtheilung der Seifensiederei der Umstand von Belang, ob sich diese Fabriken die Laugen selbst bereiten oder sie fertig beziehen.

Bei der Bereitung der Laugen wird Pottasche oder Soda mit gebranntem Kalk gekocht. Die hiebei entstehende Lösung enthält das kaustische Alkali, während der Aetzkalk zum Theil in kohlensauren Kalk umgewandelt wird. Dem Kalke hängen stets noch mehr oder weniger Reste von kaustischen Alkalien an. Bleibt dieser Kalk längere Zeit in der Fabrik ohne Vorsicht frei oder in Haufen liegen, so können durch die ihn auslaugenden Meteorwässer benachbarte Brunnenwässer leicht verdorben werden, da gerade der Gehalt an den kaustischen Laugen das schnelle Durchsickern durch den Boden und die Lösung organischer Bodenbestandtheile beschleunigt. Diese Massen sollten deshalb bis zu ihrer Abholung aus der Fabrik (sie dienen meist als Düngemittel) in völlig wasserdichten Behältern oder Gruben aufbewahrt werden.

Durch die bei dem Versieden der Laugen mit Fett, d. i. bei der Verseifung auftretenden üblen Gerüche werden Seifensiedereien in der Regel zu einer üblen Nachbarschaft. Das beste der bisher bekannten Mittel zur Abhilfe gegen diese Belästigung besteht darin, die Verseifung unter einem den Kochkessel völlig

einschliessenden Dampffang (Fig. 195 *bc*) vorzunehmen, in dem alle Dämpfe gesammelt und durch ein oder mehrere im Mauerwerk des Ofens angebrachte Röhren *aa* unter den Rost der Feuerung *d* abgeleitet und daselbst verbrannt werden. Das Durchführen der Röhren durch das Mauerwerk ist nöthig, damit diese stets bei solcher Temperatur erhalten bleiben, dass eine Condensation des Wasserdampfes in ihnen nicht zu Stande kommen könne.

Wie bereits erwähnt, wird die Unterlauge der Seifensiederei meist bei der Glycerinfabrication verwerthet. Wo dies nicht der Fall ist, wo im Gegentheil die flüssigen Rückstände entweder zur Versickerung oder zum freien Abfluss in fliessendes Wasser von geringer Stärke abgelassen werden, stellen sich weitere Uebelstände ein. Die Mutterlaugen der Seifenfabrication, welche ätzende Stoffe enthalten und besonders in heisser Jahreszeit äusserst belästigende, stinkende Producte bilden, führen deshalb unter solchen Umständen zur Luft-, Boden- und Wasserverderbniss. Wo demnach eine unschädliche Beseitigung, Verwerthung oder Bearbeitung dieser Fabriksabgänge nicht möglich ist, ist die Concessionirung von Seifensiedereien zu verwehren.

Stearinfabrication.

Das Rohmaterial für die Stearinkerzen-Fabrication ist der Talg und das Palmöl. Die Fabrication der Stearinkerzen zerfällt in zwei Processe: 1. in die Spaltung des Fettes in Fettsäuren und Fettalkohole und 2. in das Formen der abgeschiedenen Fettsäuren zu Kerzen.

Die Darstellung der Fettsäure findet in verschiedener Weise statt und zwar:

a) Durch Verseifung mit Kalk. Hiebei werden Talg oder Palmöl in mit Bleiblech ausgefütterten Holzbottichen durch eingeleitete Wasserdämpfe geschmolzen, hierauf wird unter fortwährendem Umrühren Kalkmilch zugesetzt und das Ganze einige Stunden im Sieden erhalten. Es bildet sich nun einerseits harte, krümliche Kalkseife und andererseits eine gelbliche Glycerinlösung, welche abgezapft und auf Glycerin verarbeitet wird. Die so erhaltene Kalkseife wird mittelst Mineralsäuren (Salz- oder Schwefelsäure) zersetzt und zwar geschieht das in den nämlichen Bottichen, in welchen die Verseifung vor sich ging. Durch den Zusatz von Mineralsäure scheidet sich die fette Säure, ein Gemenge von Stearin-, Palmitin- und Oleïnsäure darstellend, wegen ihrer specifischen Leichtigkeit an der Oberfläche des warmen Wassers als ölige Schichte ab und wird nach vollständiger Ausscheidung mit Wasser wiederholt gewaschen, um von den anhängenden Kalksalzen befreit zu werden.

Ein Theil dieser öligen Schichte erstarrt, indem die fetten Säuren krystallisiren; der nicht fest gewordene Theil, der wesentlich aus Oelsäure besteht, wird zuerst in der Kälte, dann unter Mitwirkung von Wärme ausgepresst. Zur Aufsammlung der beim Pressen abfliessenden Oelsäure dienen unter dem Presstische angebrachte Sammeltrichter. Die Oelsäure wird zur Schmierfabrication verwendet.

Die ausgepressten, von Oelsäure befreiten fetten Säuren werden noch einer Läuterung unterzogen, die darin besteht, dass man dieselben mit Dampf unter Zusatz einer sehr verdünnten Salz- oder Schwefelsäure schmilzt und hierauf mit sodahaltigem Wasser mehrmals wäscht, bis alle Mineralsäure entfernt ist.

Die so erhaltenen Fettsäuren werden entweder in Blechformen gegossen, um in Gestalt von flachen Kuchen an die Kerzenfabriken abgegeben zu werden, oder, wenn die Stearinfabrik auch zugleich eine Stearinkerzenfabrik ist, sofort in der Fabrik selbst zu Kerzen verarbeitet.

Bei dieser Art von Stearinsäure-Fabrication sind besonders zwei Betriebsmomente von sanitärer Wichtigkeit. Vorerst ist zu berücksichtigen, dass bei jedem Schmelzen von Fett ein unangenehmer Geruch entsteht, der der Nachbarschaft auch bei der grössten Sorgfalt des Betriebes Unannehmlichkeiten bereitet. Der Grad der Belästigung hängt wesentlich von der Beschaffenheit des zur Fabrication verwendeten Talges ab.

Zweitens kommen bei der Stearin-Erzeugung durch Kalksaponification die bei der Darstellung und Zerlegung der Kalkseife resultirenden Abwässer in Betracht, die, je nachdem Salz- oder Schwefelsäure zur Zerlegung der Kalkseife benutzt wurde, Chlorcalcium oder Gyps neben freier Säure enthalten. Im ungereinigten Zustande dürfen daher diese Abwässer nur in grosse Wasserläufe, sonst aber niemals ohneweiters zum freien Abfluss zugelassen, sondern müssen vorher neutralisirt und gereinigt werden.

Immerhin ist die Stearinsäure-Fabrication durch Kalksaponification unter allen Methoden jene, welche die Anrainer noch am wenigsten belästigt.

b) Durch Verseifung mit Schwefelsäure und darauf folgende Dampfdestillation. DieeFette erleiden durch concentrirte Schwefelsäure eine ähnliche Zersetzung wie durch die Alkalien. Es bildet sich Glycerinschwefelsäure und die fetten Säuren werden ausgeschieden.

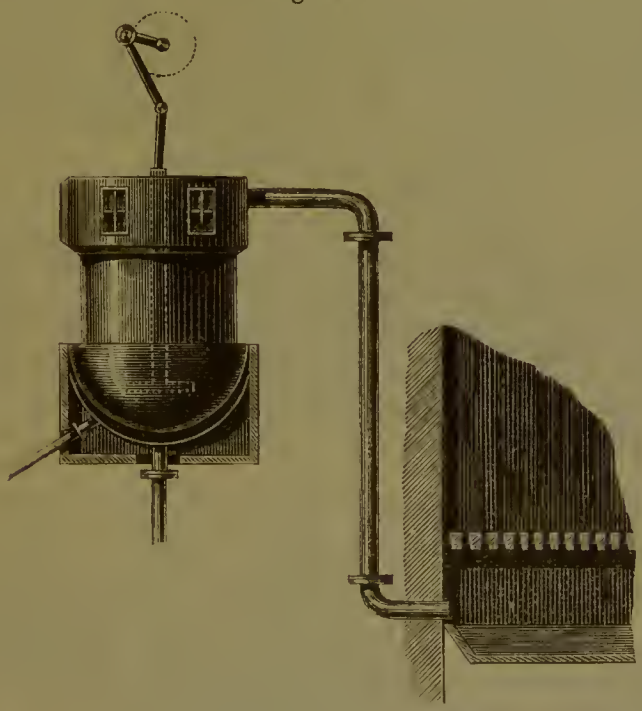
Diese Methode bietet dem Fabrikanten den grossen Vortheil, dass bei derselben auch solche Fette benützt werden können, die wegen ihrer Beschaffenheit und der Verunreinigungen, die sie enthalten, zur Kalkverseifung nicht anwendbar sind, so z. B. das Knochenfett, die Fettabfälle der Schlächtereien, der Küchen, die Producte der Zersetzung der Seifenwässer, der Wollspinnereien und Tuchfabriken.

Dieser ökonomische Vortheil ist aber zugleich ein schwerwiegender sanitärer Nachtheil, da die Belästigung der Nachbarschaft durch das Aufbewahren der Rohmaterialien und beim eigentlichen Betrieb sehr empfindlich und niemals ganz zu vermeiden ist.

Der Betrieb gestaltet sich hiebei in folgender Weise: Zuerst wird das Rohfett geschmolzen und dann mehrere Stunden der Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure bei einer Temperatur von 115—117° C. ausgesetzt. Bei diesen Operationen entwickeln sich

reichlich fettsäurehaltige, höchst unangenehme Stinkstoffe, grosse Mengen von schwefliger Säure und Acroleïndämpfe. Es gehören vorzügliche Einrichtungen dazu, um diese Uebelstände in genügender Weise zu verhüten. Rationell eingerichtete Fabriken bedienen sich folgender Einrichtung. Sie zersetzen das Fett mit Schwefelsäure in einem mit Blei ausgeschlagenen doppelwandigen Kessel (Fig. 196), der durch in seinem Mantel circulirenden, gespannten Wasserdampf auf 115° C. erhitzt wird. Ueber dem Kessel befindet sich ein mit Blei belegter Eisenblechaufsatz, der mit einem Deckel versehen ist, in welchem sich zwei Beobachtungsfenster und ein Mannloch zum Füllen des Apparates befinden. Seitlich von dem

Fig. 196.



Aufsatze geht ein Gasableitungsrohr ab, welches die Stinkgase in die Feuerung führt.

Bei dieser Einrichtung findet wohl eine Verbrennung und Unschädlichmachung der fettsauren Verbindungen statt, nicht aber die der schwefligen Säure, welche, wie bereits erwähnt, in massenhafter Weise auftritt und ganz besonders zu berücksichtigen ist. Es ist deshalb in Vorschlag gebracht worden, die Dämpfe in Coaksthürme zu leiten, in denen Kalkmilch den eindringenden Dämpfen entgegenfliesst.

Die Coaks können wieder zum Verbrennen benützt werden, sobald sich aus dem schwefligsauren Calcium allmälig Gyps gebildet hat.

Durch die Einwirkung der Schwefelsäure auf das Fett bildet sich Glycerinschwefelsäure, welche in der Glycerinfabrication vortheilhafte Verwendung findet, und es scheiden sich die Fettsäuren aus, jedoch in so unreiner Form, dass sie ohne eine weitere Reinigung unverwendbar wären. Namentlich sind es harzige Substanzen,

welche durch Einwirkung der Schwefelsäure auf das Rohfett entstanden, den Fettsäuren beigemischt sind und denselben ein schwarzes Aussehen geben. Behufs der Reinigung werden die Fettsäuren der Destillation unterworfen und zwar werden die Fettsäuren in Retorten zuerst auf eine Temperatur von 250° gebracht und dann durch auf 300° erhitzten Wasserdampf in eine Vorlage verflüchtigt, die mit den Retorten durch eine Kühlschlange in Verbindung steht. In der Retorte bleibt ein schwarzer Theerrückstand zurück, der durch einen mit einem Hahn versehenen Heber abgelassen wird und zum Theil als Schmiermittel, zum Theil nach stattgefundener Behandlung mit Kalk zur Leuchtgas-Erzeugung dient.

Bei der Destillation der rohen Fettsäure mittelst überhitzten Wasserdampfes entwickelt sich stets Acroleïn und wenn in der Fettsäure noch Reste von Glycerinschwefelsäure vorhanden waren, auch sehweflige Säure. Es müssen demnach die Vorlagen so eingerichtet sein, dass die daraus entweichenden Dämpfe gesammelt und in die Feuerung geführt werden können.

c) Durch Verseifung mit Wasser unter Hochdruck. Wasser, welches durch Hochdruck auf sehr hohe Temperatur erhitzt wird, vermag ebenfalls die Fette in Fettsäuren und Fettalkohole zu spalten. Diese höchst interessante Thatsache wird industriell verwerthet. Man bringt Fett und Wasser in geeignete Gefässe, worin das Gemisch der Einwirkung der Wärme, etwa 320° so lange ausgesetzt wird, bis die Spaltung eintritt. Man erhält bei diesem Verfahren das Fett und das Glycerin in zwei auf einander liegenden Schichten.

Zur Erzielung des erforderlichen Druckes und zur Verhütung der Verflüchtigung des Wassers müssen selbstverständlich geschlossene und sehr widerstandsfähige Gefässe angewendet werden. Bisher ist die Methode wegen Mangelhaftigkeit der Apparate mit grosser Explosionsgefahr verbunden und hat deshalb bis jetzt nur eine sehr beschränkte Anwendung gefunden. Aehnliches gilt von der Verseifung mit überhitzten Wasserdämpfen.

Die Verarbeitung der Stearinsäure zu Kerzen hat keine besondere sanitäre Bedeutung.

Glycerin.

Wie bereits erwähnt, entstehen bei der Seifen- und Stearinfabrication glycerinhaltige Wässer, welche auf Glycerin weiter verarbeitet werden.

Wird zur Darstellung der Stearinsäure die Verseifungsmethode mit Kalk benützt, so bleibt das Glycerin nach Abscheidung der unlöslichen Kalkseife in Wasser gelöst. Das Wasser enthält auch noch Kalk und gelöste organische, riechende und färbende Substanzen. Durch Oxalsäure wird der Kalk, durch Filtration über Thierkohle die färbenden und riechenden organischen Stoffe entfernt und dann wird die Glycerinlösung eingeengt.

Der ganze Process ruft weder für die Anrainer noch für die Arbeiter irgend eine Belästigung hervor.

Aus der Unterlauge der Seifensieder gewinnt man das Glycerin, indem man die Unterlauge eindampft, die dabei am Boden des Abdampfgefässes sich ausscheidenden Salze von Zeit zu Zeit herausnimmt, die hinlänglich concentrirte Flüssigkeit mittelst überhitzten Wasserdämpfen destillirt und das wasserhaltige Destillat einengt.

Das Destilliren mit überhitztem Dampf findet in starkwandigen eisernen Destillirblasen statt. Die Dämpfe werden in einem System eiserner, senkrecht stehender Röhren zum grössten Theile condensirt. Unter jenen Destillationsproducten, welche nicht condensirt werden, sind flüchtige Säuren und Acroleïn bemerkenswerth, da diese Stoffe zu arger Belästigung der Nachbarschaft Anlass bieten können, wenn nicht für deren Verbrennung durch Ableiten derselben in die Feuerung vorgesorgt ist. In der Destillirblase bleibt ein schwarzer pechartiger Rückstand zurück, der aus den Retorten, so lange er noch warm ist, abgelassen werden muss, weil er sonst erstarrt. Hiebei entströmen ebenfalls der geöffneten und noch heissen Retorte Fettsäuren und Acroleïndämpfe, welche die Luft der Umgebung übelriechend machen.

Die bei der Verseifung der Fette durch Schwefelsäure abfallende Glycerinschwefelsäure wird durch Kochen mit überschüssigem Kalk zu Gyps und zu Glycerin zerlegt, welches letztere sich im Wasser löst. Die Glycerinlösung ist aber sehr unrein und muss deshalb ebenfalls in starkwandigen Destillirblasen mit erhitztem Wasserdampf destillirt werden. Selbstverständlich treten auch hier die oben erwähnten Belästigungen der Nachbarschaft auf. Solche Fabriksanlagen sollten deshalb nie mitten unter Wohnhäusern concessionirt werden. Das Glycerin findet zu den verschiedensten Zwecken Verwendung. Man benützt es zur Aufbewahrung solcher Nahrungs- und Genussmittel, welche im feuchten Zustande erhalten werden sollen, z. B. des Senfs, des Schnupftabaks. Auf der Eigenschaft des Glycerins, reichlich schweflige Säure zu absorbiren, beruht seine Anwendung als sogenanntes Glycerinsulfit bei der Conservirung von Wein, Bier, Früchten. Das Glycerin löst mit Leichtigkeit Anilinfarbstoffe, ist ein gutes Schmiermittel für Maschinenbestandtheile und Uhren, wird auch als Webersehlichte und als Zusatz zur Papiermasse, um ihr eine grössere Weichheit zu geben, benützt. Ferner dient es zur Darstellung der Liqueure und Essenzen, zur Füllung der Gasuhren (weil es nicht wie Wasser im Winter gefriert und wenig verdunstet), zur Erzeugung von Nitroglycerin, als Cosmeticum, als Glycerinseife, Glycerinessenz.

15. Capitel.

Explosiv-Körper.

Die Fabrication der Explosivkörper und der Verkehr mit denselben ist im Allgemeinen weniger von sanitätspolizeilicher, als vielmehr von sicherheitspolizeilicher Bedeutung. Da aber bei der fabriksmässigen Darstellung einzelner, derzeit vielfach gebräuchlicher Explosivkörper mancherlei Gase und Dämpfe entstehen,

welche die Arbeiter in hohem Grade gefährden können, so sei nachfolgend das Wichtigste bezüglich der Darstellung der am meisten zur Verwendung gelangenden Sprengmittel und bezüglich der bei ihrer Fabrication und beim Verkehr mit ihnen zu beachtenden Schutzmaassregeln mitgetheilt.

Im Allgemeinen ist aus sicherheitspolizeilichen Rücksichten zu verlangen, dass nur solche Explosivkörper zur praktischen Verwendung zugelassen werden, bei denen man die Bedingungen und Umstände, unter denen sie explodiren, genau kennt und bei denen man diese Bedingungen in der Hand hat. So z. B. eignen sich die überaus starke Explosionswirkungen erzeugenden Verbindungen des Stickstoffes mit Chlor, Jod zu technischen Zwecken nicht, da man die Momente, unter welchen die Explosion erfolgt, nicht beherrschen kann.

Die gegenwärtig am häufigsten zur Anwendung kommenden Sprengmittel sind: Schiesspulver, Schiessbaumwolle, Dynamit, Knallquecksilber und die pikrinsauren Alkalien. Letztere sind bereits Seite 692 abgehandelt.

Schiesspulver.

Das Schiesspulver ist ein gekörntes Gemenge von Salpeter, Schwefel und Kohle. Bei einer Temperatur von 150° und bei der Berührung mit glühenden und brennenden Körpern entzündet es sich, verbrennt mit einer gewissen Geschwindigkeit und gibt als Verbrennungsproduct: Stickstoff (42%), Kohlensäure (53%), Kohlenoxyd (5%) in Gasform und Schwefelkalium als festen Rückstand.

Wenn die Entzündung in einem verschlossenen Gefässe vor sich geht, so erleiden die Wände durch die grosse Menge der sich entwickelnden heissen Gase (aus einem Liter Jagdpulver entstehen 450 Liter Gas) einen solchen Druck, dass sie unfehlbar zerreissen würden, wenn nicht, wie in dem Geschütz, die Einrichtung getroffen wäre, dass ein Theil der Wand nachgibt. Auf diese Weise wird die Kugel nach einer Richtung fortgeschleudert. Von den gegenwärtig in Verwendung stehenden Explosivstoffen hat das Schiesspulver die schwächste brisante Wirkung, d. h. es entzündet sich und verbrennt verhältnissmässig langsamer als Schiessbaumwolle, Nitroglycerin und die Knallpräparate, weshalb es sich besonders zur Ladung der Schusswaffen eignet, während die andern Explosivkörper hauptsächlich als Sprengmaterial zur Anwendung kommen.

Das Pulvern, Mengen, Sieben, Trocknen, Sortiren, überhaupt alle Manipulationen der Pulverfabrication müssen mit grösster Vorsicht und so geschehen, dass dabei jede viel Wärme erzeugende Reibung vermieden wird. Deshalb dürfen eiserne Geräthschaften gar nicht verwendet werden. Wo Metall nicht zu umgehen ist, darf nur Kupfer benützt werden. Alle Gebäulichkeiten, in dem sich Pulver befindet, müssen mit einem leichten Dach bekleidet, mit einem Graben und Erdwall versehen sein und in einer ein-

samen Gegend, von der Telegraphenstation wenigstens 100 Meter weit entfernt, liegen. In der Nähe der Pulvermühlen und Pulvermagazine müssen mehrere Blitzableiter angebracht sein, um das Einschlagen des Blitzes in das Pulvermagazin zu verhindern. An manchen Orten pflanzt man hohe Bäume, welche dann die Blitzableiter ersetzen.

Die Fabriks- und Lagerräume dürfen nicht mit Feuerflamme und nicht mit nägelbeschlagenen Stiefeln, sondern nur mit Filzschuhen betreten werden. Die in diesen Räumen beschäftigten Arbeiter sollen eine eigene Kleidung mit Knöpfen von Holz oder Horn tragen und dürfen selbst in den Taschen nichts Metallisches aufbewahren. Selbstverständlich ist, dass in Pulvermühlen und Pulvermagazinen die grösste Reinlichkeit geübt werde und dass namentlich der Fussboden fleissig und gründlich gekehrt werden muss, damit keine Pulverkörnchen zerstreut herumliegen. Es muss dafür gesorgt sein, dass bis zu einer gewissen Entfernung von den Pulvermühlen und Pulvermagazinen kein Feuer angezündet wird.

Der Transport des Pulvers ist durch besondere Vorschriften geregelt. Ehe man die Pulvertonnen aufladet, sollen sie sorgfältig auf ihre Dauerhaftigkeit und ihr Gefüge untersucht werden. Wassertransport ist dem Landtransporte vorzuziehen, obschon letzterer der häufigere ist. Beim Transport mittelst Wagen oder Eisenbahn sollen die Tonnen derart gestellt werden, dass gar keine Reibung unter den einzelnen Tonnen stattfinden kann und dass kein Funke der Locomotive oder aus einer anderen Quelle sie treffe. Zum Schutze der Pulvermagazine auf Kriegsschiffen hat Newton eine Sicherheitsvorrichtung angegeben, welche darin besteht, dass bei ausbrechendem Feuer durch die Hitze Guttaperchacylinder so weich werden, dass dadurch die Hähne von Röhren, welche mit dem Meerwasser in Verbindung stehen, geöffnet werden und so das Magazin unter Wasser gesetzt wird.

Von besonderem sanitären Interesse sind die Pulverdämpfe, welche in Bergwerken, Tunnels und Minen bei Sprengarbeiten entstehen und die sogenannte Minenkrankheit hervorrufen. Die Erscheinungen, die in Folge der bei der Pulver-Explosion entstandenen Dämpfe bei den Minenarbeiten sich einstellen, haben viel Aehnlichkeit mit jenen, welche durch Vergiftung mit Kohlenoxyd erzeugt werden. Bei kurzer Einwirkung ist nur Kopfweh, Benommenheit der Sinne, Ohrenklingen vorhanden; bei längerer kommt es zu Bewusstlosigkeit oder sogar zu Koma, epileptiformen Krämpfen mit stertoröser Respiration und unregelmässigem Pulse. Endlich stellt sich allgemeine Erschlaffung ein. In reiner Luft tritt langsam Erholung ein. Bei heftigen Schmerzen, Zähneknirschen und klonischen Krämpfen des Unterkiefers, kleinem aussetzenden Pulse, livider, kühler Haut kehrt das Bewusstsein allmälig zurück; doch bestehen die Kopfschmerzen fort und erst am folgenden Tage tritt Genesung ein. Besonders beim Zerstören von Minen und Gegenminen im Belagerungsdienste kommen die geschilderten Erkrankungen am häufigsten zur Beobachtung.

Schiessbaumwolle.

Die Schiessbaumwolle wird dargestellt, indem man die Baumwolle in ein Gemisch von Schwefelsäure und Salpetersäure eintaucht. Darauf nimmt man die Baumwolle heraus, wäscht sie mit kaltem Wasser, trocknet sie in warmer Luft und krempelt sie nach dem Trocknen, um alle zusammengeballten Theile zu zerfasern. Für die Haltbarkeit des Präparates ist eine vollständige Entfettung und Entsäuerung von Wesenheit, da ein selbst geringer Gehalt an Fett oder freier Säure Zersetzungen desselben bedingt. Es zerfällt hiebei die Schiessbaumwolle in Oxalsäure und in eine gummiähnliche Substanz. Die bei der Fabrication der Schiessbaumwolle auftretenden Dämpfe von salpetriger Säure und Untersalpetersäure sind möglichst schnell aus der Arbeitsstätte zu entfernen. Es kann dies dadurch bewirkt werden, dass die Operation, bei welcher diese Dämpfe sich entwickeln, unter einem gut ziehenden Schornsteinbusen vorgenommen wird. Die beim Waschen der nitrirten Baumwolle sich ergebenden Abfallwässer sind stark säurehaltig und enthalten auch Pikrin- und Oxalsäure, weshalb deren freies Ablassen nicht unter allen Umständen gestattet werden kann.

Die Schiessbaumwolle zeigt das Aussehen gewöhnlicher Baumwolle, hat jedoch an Biegsamkeit verloren, ist rauher anzufühlen, knirscht leise beim Zusammendrücken und besitzt ein höheres specifisches Gewicht.

Sie entzündet sich durch starken Stoss und Schlag, sowie durch die Einwirkung höherer Temperaturen. Die Schiessbaumwolle erzeugt bei ihrer raschen Verbrennung eine bedeutende Gasmenge, welche durch ihre enorme Spannung als Trieb- und Sprengkraft das Schiesspulver übertrifft.

Die Schiesswollgase sind noch giftiger als die Pulvergase, da aus 1 Volum Schiesswolle 755 Volumen Gas entstehen, welches 28·95% Kohlenoxyd, 20·82% Kohlensäure, 7·24% Grubengas, 12·67% Stickstoff, 25·31% Wasserdampf und 3·16% Wasserstoff enthält. Ein Theil Schiesswolle leistet eine so grosse Arbeit wie 4·15 Theile Schiesspulver.

Durch Comprimiren wird die Schiesswolle gegen Stoss und Schlag weniger reagirbar. Sie wird deshalb, in hölzernen Kisten fest eingedrückt, versendet. Der Transport der Schiessbaumwolle ist nach ähnlichen Vorschriften, wie der Transport des Schiesspulvers, geregelt.

Obgleich es den Anschein hat, als wäre die Schiessbaumwolle ihrer Leichtigkeit, Reinlichkeit und der verhältnissmässig geringeren Gefahrlosigkeit des Transportes wegen dem Schiesspulver vorzuziehen, so liegen doch bedeutende Unbequemlichkeiten in ihrer brisanten und ungleichen Wirkung und in ihrem grossen Volumen, sowie in der bei ihrer Explosion entstehenden grossen Menge von Feuchtigkeit und salpetriger Säure, welche das Rohr verunreinigt und beim Schusse nachtheiliger als der feste Pulverrückstand wirkt.

Soweit es sich also um die Ladung der Feuerwaffen handelt, kann die Schiessbaumwolle das Schiesspulver nicht ersetzen, dagegen erweist sich die Anwendung der Schiessbaumwolle zum Sprengen vortheilhaft.

Nitroglycerin und Dynamit.

Vor etwa dreissig Jahren gelang es Nobel, eine schnelle und gefahrlose Darstellungsmethode des Nitroglycerins zu entdecken und eine zweckmässige Art, dasselbe in geschlossenen Räumen zur Explosion zu bringen, ausfindig zu machen. Nobel hatte sich von den gewaltigen Wirkungen dieses Körpers überzeugt und empfahl ihn zu Sprengungen in Tagebauten und Gruben. Seine Fabriken in Stockholm und Hamburg producirten grosse Mengen Nitroglycerin, um der sich fortwährend steigernden Nachfrage Genüge zu leisten. Durch entsetzliche Unglücksfälle im Laufe der nächsten Jahre trat eine Rückströmung in der günstigen Meinung, welche für das Sprengöl (Nitroglycerin) platzgegriffen hatte, ein. Verbote, dasselbe zu verwenden, wurden erlassen und erschwerten natürlich die Verwendung ausserordentlich.

Doch wandte sich die Gunst der Sprengtechnik dem Nitroglycerin wiederum zu, als es im Jahre 1866 Nobel gelang, dasselbe auf beliebig lange Zeit durch sogenannte Methylisirung (Auflösen in Holzgeist) unexplosiv zu machen. Bald darauf brachte er ein noch gefahrloseres Präparat in den Handel in Gestalt des Dynamits. Die mit diesem Sprengmittel vorgenommenen Versuche fielen in höchst befriedigender Weise aus und rehabilitirten das Ansehen des Nitroglycerins*).

Das Nitroglycerin ist eine bei gewöhnlicher Temperatur ölige, klare, hellgelbliche, geruchlose Flüssigkeit, welche im Wasser nicht, wohl aber in Aether, Holzgeist, Benzol löslich ist und beim Erwärmen über 160° C. oder durch Schlag und Stoss explodirt.

Unreines Nitroglycerin zersetzt sich freiwillig unter Gasentwicklung. Befindet sich das Nitroglycerin in einem verstöpselten Glase, so kann der Druck, den die durch Zersetzung entstandenen Gase ausüben, bei der geringsten Erschütterung eine Explosion veranlassen. Einer selbst wenig intensiven, jedoch länger anhaltenden Kälte ausgesetzt, krystallisirt es in langen Nadeln. Mit dem Starrwerden erhöht es seine Explosivität, und da sich in einer solchen krystallisirten Masse Fläche an Fläche reibt, so erzeugt oft schon eine geringe Friction die Detonation. Das Bearbeiten des starren Nitroglycerins mit harten Instrumenten hat wiederholt die grössten Unglücksfälle zur Folge gehabt.

Nobel entdeckte, dass Nitroglycerin, mit Kieselguhr (Infusorienerde) vermengt, weit weniger durch Schlag und Stoss explodire, dass dadurch sein Krystallisationsvermögen aufgehoben werde, dass eine Selbstentzündung nicht eintrete, dass es selbst im Feuer

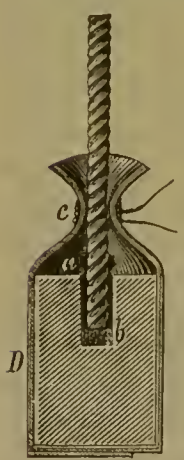
*) Mayer, die Explosivkörper, Braunschweig 1874, p. 58.

ohne Explosion verbrenne und dass es in dieser Form überhaupt gefahrloser verwendet und transportirt werden könne. Diese Mischung von Nitroglycerin und Kieselguhr nannte Nobel Dynamit.

Der Dynamit explodirt nur durch einen intensiven Stoss zwischen zwei metallenen Körpern. Auf einem Stein- und Holzboden kann Dynamit anhaltend mit einem Hammer geschlagen oder unter energischem Drücken mit demselben oder einem andern eisernen Instrumente gerieben werden, ohne dass Explosion erfolgt. Dagegen explodirt durch Hammerschlag auf eisernem Ambos auch die kleinste Menge. Um den Dynamit zu entzünden, benützt man die Erfahrung, dass der durch Detonation stark brisanter Knallpräparate erzeugte Stoss eine totale Explosion einer Dynamitpatrone herbeiführe. Man wendet deshalb die sogenannten Patentzündhütchen (Fig. 197 *a b*), nämlich dreifach mit Knallsatz geladene Kupferhütchen, in welche eine Zündschnur *c d* bis auf den Knallsatz eingelassen ist und bei *e* durch das zusammengekneifte Hütchen festgehalten wird. Dieses Zündhütchen wird in die Patrone (Fig. 198 *D*) so eingesetzt, dass ein Theil desselben noch aus dem Dynamit hervorsieht; der aufgebogene Papierrand der Hülse wird bei *c* fest an die Zündschnur mit Bindfaden angebunden, damit das Hütchen keine Verschiebung erleide; diese Stelle muss mit Wachs, Pech oder Talg wasserundurchlässig gemacht werden, wenn es sich um Sprengungen im Wasser (Eis) handelt.

Fig. 197.

Fig. 198.



Wenn auch die Explosibilität des Nitroglycerins durch seine Anwendung als Dynamit gefahrloser nutzbar gemacht wurde, so bleibt doch bezüglich des Transportes und der Aufbewahrung des Dynamits die grösste Vorsicht erforderlich. Besonders ist zu beachten, dass jede Temperatur-Erhöhung die Explosionsfähigkeit dieses Präparates erhöht. Wird Dynamit $+28^0$ warm, so kann er schon durch den geringsten Schlag explodiren.

Sprengtechniker behaupten, dass die Explosionsgase des Dynamits weniger die Arbeiter gefährden, als die Gase des Pulvers oder der Schiesswolle. Die Kraft des Dynamits verhält sich zu der des Pulvers, wie 13 : 1. Der Dynamit hat insbesondere im Bergbau, überhaupt bei Sprengungen ausgedehnte Verwendung gefunden; er ist aber auch zu militärischen Zwecken, wie Zerstörung von Geschützen, Mauerwerk, Pallisaden, zu submarinen Sprengungen mit Erfolg angewendet worden. Wegen des nach seiner Verpuffung übrig bleibenden starken Rückstandes von Kieselsäure und seiner brisanten Wirkung ist seine Benützung zur Ladung der Feuerwaffen, wenn auch nicht unmöglich, so doch mit grossen Schwierigkeiten verbunden.

Zur Darstellung des Nitroglycerins wird ein aus Salpeter- und Schwefelsäure bestehendes Säuregemisch unter beständigem Umrühren mit Glycerin in einem gekühlten Mischgefäss gewaschen.

Die Temperatur darf bei diesem Processe nicht über 18° hinausgehen, da mit einer höheren Temperatur die Gefahr der Explosion steigt. Die bei dieser Manipulation entstehenden salpetersauren Dämpfe können, wenn zur Nitroglycerin-Erzeugung, wie dies leicht ausführbar ist, vollkommen geschlossene Mischgefässe verwendet werden, leicht durch Ableiten in mit Soda gefüllte Absorptionsgefässe unschädlich gemacht werden.

Die sauren Waschwässer werden meist zum Aufschliessen der Phosphorite bei der Düngerfabrication verwendet. Die letzte Waschung findet in hölzernen Kästen statt, in denen Rührer mittelst eines Getriebes bewegt werden. Die letzten Waschwässer können nach geschehener Neutralisation mit Kalkmilch und Ausscheidung des gebildeten Gypses zum Abfluss oder zum Versickern zugelassen werden. Zur Darstellung des Dynamits wird das so erhaltene Nitroglycerin in Holzkästen auf Infusorienerde gegossen und das Ganze mit der blossen Hand durchgeknetet.

Das von Säuren befreite, getrocknete Nitroglycerin ist von süsslichem, brennenden Geschmack, hat ein specifisches Gewicht von 1·6 und wirkt schon in kleiner Dosis giftig. Eulenberg*) berührte blos mit der Zunge den feuchten Glasstöpsel eines Nitroglycerin enthaltenden Fläschchens. Der anfangs süssliche Geschmack ging in starkes, unangenehmes Brennen über; nach zehn Minuten entstand ein dumpfes, unbestimmtes Gefühl im Kopfe mit Abnahme der Sehschärfe und Bedürfniss zum Niedersetzen; kurz darauf Uebelkeit, Anwandlung von Ohnmacht, Bewusstlosigkeit, Zähneknirschen, tetanische Krämpfe. Nach drei Minuten kehrte das Bewusstsein zurück, aber es blieb noch Unfähigkeit zum Stehen und starke Eingenommenheit des Kopfes zurück; allgemeine Erschöpfung und ein klopfender Schmerz in der Schläfegegend hielten fast zwei Stunden lang an. Erst nach einigen Stunden war das Unwohlsein behoben. Schuchardt ist überzeugt, dass das Sprengöl auch von der unverletzten Haut resorbirt werde und dann ebenfalls die oben geschilderten Erscheinungen hervorrufe.

Bei der Concessions-Ertheilung einer Dynamitfabrik sind folgende Bedingungen zu stellen:

Die Fabriken sollen mindestens 20 Minuten von Wohnungen entfernt liegen. Künstliche Beleuchtung darf nur von aussen, bei geschlossenen Fenstern angebracht werden, oder es darf überhaupt nur bei natürlichem Lichte gearbeitet werden. Die verschiedenen Arbeitsräume müssen in von einander getrennten Gebäuden etablirt sein. Diese Fabrikslocale müssen unterirdisch liegen, damit die Temperatur constant 11—12° C. beträgt und keine künstliche Erwärmung nothwendig ist. Die Fabriksgebäude dürfen nicht aus massivem Mauerwerk bestehen, müssen ein leichtes Dach und eine Umwallung haben, die einen Meter hoch über das Dach geht.

Die mit der Anfertigung der Dynamitpatronen beschäftigten Arbeiter sollten jeder ihren besonderen Stand und nur einen für

*) Eulenberg l. c. 483.

höchstens vier Stunden ausreichenden Dynamitvorrath haben. Alles fertige Material soll sofort nach dem isolirten Magazine gebracht werden. Accordarbeiten, die sehr häufig Ursache übereilter Arbeit und dadurch des Unglücks werden, sind in Dynamitfabriken gänzlich zu verbieten. Alle metallenen Werkzeuge sind zu vermeiden. Da das Nitroglycerin sehr giftig ist, so sind die Arbeiter zu verhalten, während der Arbeitszeit nicht zu essen oder zu trinken, auch nicht zu rauchen oder zu schnupfen, um nicht durch beschmutzte Finger die Nahrungsmittel zu vergiften. Die Arbeiter müssen weiter einen besonderen Raum für den Wechsel der Kleider haben und die Hände mit Wasser und Seife vor jeder Mahlzeit reinigen. Wegen der Möglichkeit der Resorption des Nitroglycerins durch die Haut sind die Arbeiter zu verpflichten, bei der Darstellung des Dynamits durch Vermischen des Sprengöls mit Infusorienerde dichte, undurchlässige Handschuhe (Kautschuk) zu tragen. Das Schmelzen gefrorenen Nitroglycerins darf nur durch Einsetzen der Gefässe in warmes Wasser (nie über freiem Feuer) geschehen.

Knallquecksilber.

Das Knallsilber und das Knallquecksilber, aus welchen die explodirende Masse der Zündhütchen wesentlich besteht, sind Verbindungen des Silbers, bezichungsweise des Quecksilbers mit Knallsäure. Das Knallsilber wird in ähnlicher Weise wie Knallquecksilber dargestellt und besitzt auch dieselben Eigenschaften.

Bei der Darstellung des Knallquecksilbers wird Quecksilber mit Salpetersäure aufgelöst und hiezu Alkohol gegossen. Man erwärmt im Wasserbade so lange, als eine Gasentwicklung bemerkbar wird und entfernt dann das Gefäss und stellt es kalt. Unter den hiebei entweichenden Gasen sind Blausäure, Cyanäthyl, Cyansäure, salpetrigsaurer Aether, Essigäther, salpetrige Säure gefunden worden. Da dieselben gesundheitsschädlich und entzündlich sind, muss die Operation unter einem guten Zuge und fern von allem Feuer geschehen.

Zugleich mit der Gasentwicklung bildet sich ein weisser, krystallinischer Niederschlag von knallsaurem Quecksilber, der auf einem Filter gesammelt und zur Entfernung der Säure mit kaltem Wasser gewaschen wird. Das Filter wird darauf mit dem Niederschlage auf einem Kupferbleche oder auf einer Porzellanplatte, welche durch Wasserdampf (aber nicht bis zu 100°) erwärmt wird, ausgebreitet und getrocknet. Die Waschwässer sind quecksilberhaltig und werden zur Gewinnung des darin vorfindlichen Quecksilbers mit metallischem Zinn behandelt.

Wird das Knallquecksilber unter dem Mikroskope untersucht, so zeigt sich, dass es aus Oktaedern besteht, welche, häufig an einander gereiht, Nadeln bilden. Es besitzt süsslichen Metallgeschmack und ist, wie alle Quecksilberverbindungen, sehr giftig.

Die technisch wichtigste Eigenschaft des Knallquecksilbers ist seine ausserordentliche Explosionsfähigkeit. Durch mässigen

Schlag, sowie durch Reibung mit harten Körpern erfolgt Detonation unter röthlicher Lichterscheinung. Da die Zersetzung in Stickstoff, Kohlenoxyd und Quecksilberdampf fast momentan vor sich geht, so ist die Explosion ausserordentlich heftig. Das trockene Pulver explodirt, wenn es auf 149—187° erhitzt wird. Die Explosion kann durch Befeuchten abgeschwächt, ja ganz aufgehoben werden; bei einem Wassergehalte von 5—30% explodiren nur die von einem starken Schlag direct getroffenen Theilchen.

Das Knallquecksilber für sich allein als Schiess- oder Sprengmaterial anzuwenden, wäre sehr bedenklich, einmal wegen der gefährlichen Handhabung grösserer Mengen des Präparates, sodann wegen der enorm brisanten Wirkung. Die Zersetzung ist so plötzlich, dass in der kurzen Zeit, während welcher sie beginnt und vollendet ist, die Trägheit eines Geschosses nicht überwunden wird, sondern selbst starke Rohrwände gesprengt werden. Nur in kleinsten Ladungen, welche im Zündhütchen mit der Kugel angebracht sind, ist die Anwendung in den sogenannten Zimmergewehren möglich.

Aus diesem Grunde wird das Knallquecksilber fast ausschliesslich als Zündungsmittel angewendet, und zwar in der Regel gemengt mit anderen brennbaren Körpern: Salpeter, Schwefel, chlorsaurem Kali, welche dazu dienen, den Zersetzungsprocess zu verlangsamen, also die Wirkung desselben nachhaltiger zu machen und namentlich das Volumen der Gase zu vergrössern. Weiter wird hiedurch eine längere Stichflamme erzielt, welche tiefer in den Zwischenraum des zu entzündenden Pulvers eindringt und die Entzündung der Ladung sicherer und vollständiger herbeiführt.

Die mittelst Maschinen aus Kupferblech geformten Zündhütchenkapseln werden mit einem Gemenge von Knallquecksilber, Kalisalpeter, Schwefel oder mit einem Gemenge von Knallquecksilber, mit chlorsaurem Kali und Kohle gefüllt. Der nasse Brei wird auf Papierunterlagen getrocknet und mittelst Haarsieben gekörnt. Die Körner werden auf Papier ausgebreitet und in flachen Holzkästen getrocknet. Auf das in das Zündhütchen gelegte Korn des Zündpulvers wird in manchen Fabriken ein kleines Kupferplättchen gelegt, das fest auf die Zündmasse aufgepresst wird. Andere Fabriken überkleiden das Korn mit einer Lösung von Mastix in Terpentinöl.

Das Laden der Hütchen geschieht gegenwärtig meistentheils mit einer von Josten construirten, sehr sinnreichen Maschine, wodurch die sonst mit dieser Arbeit verbundenen Gefahren auf ein Minimum reducirt sind, da der Arbeiter durch seinen Stand hinter einem schmiedeeisernen Schirm geschützt ist. Eine sehr gefährliche Arbeit ist das Körnen, da hiebei die Masse nicht mehr im feuchten Zustande (in dem sie weit weniger explosiv ist), sondern nahezu trocken geformt wird. Das Arbeitslocal, in dem das Körnen vorgenommen wird, muss von den übrigen Gebäulichkeiten getrennt sein; sein Fussboden besteht am zweckmässigsten aus Bleiplatten, seine Wände aus glattem Holztafelwerk. Jedesmal sollen nur kleine Quantitäten des Zündsatzes in Arbeit genommen werden, und zwar

auf einem Tische, welcher mit glattem Wollzeug überzogen und mit schwarzem Wachstuche bedeckt ist. Die zum Körnen dienenden Haarsiebe werden nach jeder Operation durch Wasser oder verdünnte Schwefelsäure gezogen. Die beim Durchziehen der Siebe entstehenden Waschwässer müssen von Quecksilber befreit werden.

Zündhütchenfabriken dürfen nur in genügend isolirter Lage, niemals in der Nähe menschlicher Wohnungen etablirt werden. Die einzelnen Werkstätten müssen von einander getrennt sein, damit jede Manipulation in separaten Räumen vorgenommen wird. Offene Heizfeuerungen dürfen nicht gestattet werden; eine Warmwasserheizung bietet verhältnissmässig die geringste Gefahr. In der Nähe dieser Fabriken muss die genügende Zahl von Blitzableitern in einer solchen Entfernung angebracht sein, dass ein Einschlagen des Blitzes in das Etablissement selbst verhindert wird.

ACHTER ABSCHNITT.

Die hygienisch wichtigsten Lebensverhältnisse.

Erstes Capitel.

Die Ehe und die Nachkommenschaft.

Ehe.

Ein zahlreicher, gesunder und kräftiger Nachwuchs bietet dem Staate und der menschlichen Gesellschaft die beste Garantie festen Bestandes und gedeihlichen Fortschrittes. Der Staat hat deshalb ein hohes Interesse daran, dass die Bevölkerung zunehme und sich vermehre.

Nicht nur allein vom ethischen, auch vom hygienischen Standpunkte muss die Ehe als eine Institution bezeichnet werden, die einzig und allein befähigt, einen hoffnungsvollen Nachwuchs zu sichern. Sie bietet die beste Gewähr für ungestörtes Fötusleben, günstige Geburtsverhältnisse und zweckmässige Pflege und Erziehung der Kinder.

Ausser der Ehe empfangene Kinder entbehren in der Mehrzahl der Fälle aller dieser Vortheile, ja sie sind direct Gefahren ausgesetzt, da die unehelich Geschwängerten aus Furcht vor Schande und Noth leicht zu verbrecherischem Handeln und Unterlassen getrieben werden, wodurch das Kind des Lebens und die Gesellschaft eines nützlichen Mitgliedes beraubt wird. Die medicinische Statistik weist schlagend nach, dass bei unehelichen Zeugungen die Zahl der Todtgeburten unverhältnissmässig höher sei als bei ehelichen, und dass auch die Sterblichkeit während des Kindesalters bei unehelichen Kindern grössere Zahlen liefere als bei ehelichen.

Die Aufgaben, welche mit Rücksicht auf diese Thatsachen dem Staate erwachsen, werden demnach zum Theile darin bestehen, im Allgemeinen die Schliessung der Ehen gegenüber dem für die

Sittlichkeit und die Vermehrung der Bevölkerung nachtheiligen Concubinate möglichst zu fördern, zum Theile werden sie dahin zu wirken haben, dass auch ausserehelicher Schwangerschaft und Geburt geschützt werde und die Kinder gehörige Pflege finden. Sache der Oeffentlichkeit ist es, humane Vereine zu gründen, welche den ehelichen Bund armer, aber strebsamer, arbeitsamer und sittlicher Menschen ermöglichen.

Die Beförderung der Ehen Seitens des Staates kann aber nicht eine uneingeschränkte sein. Maassgebend muss auch die Rücksicht sein, ob die neu zu gründende Familie ihren Lebensunterhalt zu finden vermag, sonst überwuchert, wie leicht begreiflich ist, das Proletariat. Noth, Elend, Erwerbslosigkeit sind als unüberwindliche Hindernisse der Eheschliessung anzusehen. Alles Glück der Ehe schwindet bei Kummer, Nahrungs- und Existenzsorgen. Es lässt sich hoffen, dass in dem Maasse, als die wirthschaftlichen Verhältnisse eines Landes sich besser gestalten, die gesetzmässige Ehe immer allgemeiner wird. Gegenwärtig verlangen die staatlichen Ehevorschriften der meisten Länder behufs Bewilligung der Eheschliessung den Nachweis der Erwerbsfähigkeit und des hinreichenden Auskommens zur Ernährung der Familie.

Eine weitere Beschränkung der Ehen erheischen gewisse gesundheitliche Rücksichten.

Es ist Thatsache, dass die Ehe zwischen Menschen unreifen Alters zu frühzeitigem Abwelken der Eltern und zu geistig und körperlich schwächlicher Nachkommenschaft führt. Die Einwendungen gegen Ehen sehr junger Leute sind demnach durch Erfahrung begründet. Das Minimum von Jahren wird sehr verschieden angegeben; die grösste Rücksicht ist hiebei auf Nationalität zu nehmen; für unsere Gegenden dürften sechzehn Jahre für das weibliche und neunzehn Jahre für das männliche Geschlecht das geringste Ausmaass sein.

Auch ein extremes Verhältniss im Alter der Ehegenossen ist vom gesundheitlichen Standpunkte nicht zu billigen. Ein solcher Ehebund schädigt nicht selten den mehr lebenskräftigen Theil.

Vorhandene Geisteskrankheit macht zur Ehe unfähig. Es kommt hiebei vorerst in Betracht, dass ein Geisteskranker einen giltigen Vertrag, also auch einen Ehevertrag nicht eingehen kann. In hygienischer Hinsicht muss betont werden, dass von irrsinnigen Personen eine angemessene Pflege des Kindes nicht zu erwarten ist und dass Irrsinn unter die erblichen Krankheiten zählt.

Mit Rücksicht auf die Erblichkeit einzelner schwerer Krankheiten (Lepra, Syphilis, Tuberculose) wären vom gesundheitlichen Standpunkte mit solchen Krankheiten behaftete Personen ebenfalls von der Eheschliessung abzuhalten, wenigstens für die Dauer der Krankheit. Die Bewilligung zur Ehe sollte behördlich erst dann ertheilt werden, wenn die Krankheit erwiesenermaassen

gründlich und ohne alle Folgen, sowie ohne Besorgniss möglicher Rückfälle zur Heilung gebracht wurde.

Diese gesundheitliche Forderung lässt sich aber sehr schwer realisiren. Sie ist eine eingreifende Maassregel, beschränkt zu sehr die persönliche Freiheit. Auch ist sie praktisch nicht durchführbar. Man kann nicht bei jedem Brautpaar feststellen, ob einer von den Theilen oder beide mit Syphilis, Lepra, Tuberculose behaftet sind. Selbst die Diagnose solcher Krankheiten ist nicht immer eine sichere. Hier wird nur Belehrung einwirken können.

Da die Blutsverhältnisse der Eltern für die Nachkommenschaft nach dem Erblichkeitsgesetze von grösster Bedeutung sind, so kann man annehmen, dass in der Familie heimische Krankheiten und Krankheitsanlagen mit verdoppelter Wahrscheinlichkeit auf die Kinder übertragen werden, wenn zwischen den Eltern nahe Verwandtschaft besteht. Weiter ist behauptet, aber auch bestritten worden, dass die blosse nähere Verwandtschaft der Ehegatten, auch wenn diese gesund sind und keinerlei Familienübel in Betracht kommen, die Nachkommenschaft gefährde und dass aus solchen Ehen nicht selten Taubstumme, Blödsinnige, epileptische Kinder entstehen.

Letztere Behauptung bedarf noch einer weiteren Prüfung durch die Statistik; dagegen bestätigt die Erfahrung die Thatsache, dass Familieneigenthümlichkeiten desto mehr auf die Nachkommenschaft übergehen und zur Entwicklung und Ausbildung kommen, je öfter sich in derselben Familie die Verheiratung mit näheren Verwandten wiederholt. Es zeigt sich dies namentlich in kleinen, nach aussen abgeschlossenen Gemeinden, in isolirten Gebirgsdörfern, wo durch viele Generationen stets zwischen Gliedern weniger Familien Ehen eingegangen werden; ein kleiner schwächlicher, an Geist und Körper energieloser Nachwuchs ist die Folge davon.

Die Schwangeren und Gebärenden.

Der Staat und die Familie hat ein hohes Interesse daran, dass die Schwangerschaft normal ablaufe und die Leibesfrucht ohne Störung sich entwickle.

Die positive Wirksamkeit des Staates in Bezug auf die Schwangeren und deren Frucht kann nur eine beschränkte sein; nur dort, wo die öffentliche Verwaltung eine directe Ingerenz auf schwangere Individuen ausübt, z. B. bei Verhafteten, Verurtheilten, kann der Staat die Schwangerschaft schützen, indem er die Wirksamkeit seiner Strafgewalt entsprechend regelt.

Alles Uebrige muss der künftigen Mutter, der Familie und der Humanität überlassen werden. Den Schutz und die Pflege, die im humanen und gesellschaftlichen Interesse jedem Hilfsbedürftigen und Darbenden sich zuwenden soll, verdienen insbesondere die erwerbslosen Schwangeren.

Eine wichtige Aufgabe des Staates besteht darin, solche Eingriffe, durch welche die Abtreibung der Leibesfrucht, die Früh-

geburt oder die Todtgeburt veranlasst wird, zu verhindern, allein diese staatliche Thätigkeit ist Gegenstand des Strafrechtes und der gerichtlichen Medicin, nicht der Gesundheitspflege.

Der Geburtsact kann für die Gesundheit und das Leben der Gebärenden und des in die Welt tretenden Kindes gefährlich werden; der staatliche Schutz kann sich nicht auf eine vollständige Beseitigung der Geburtsgefahr beziehen; aber er kann zur Verminderung der Gefahren einerseits dafür sorgen, dass beim Geburtsact Personen gegenwärtig sind, die in der Geburtshilfe sachverständig sind, und die Verpflichtung haben, ihr Wissen und Können im Interesse der Kreissenden und des Kindes zu verwerthen, andererseits durch Anstalten, in welchen Personen, deren häusliche Verhältnisse ungünstig sind, unter günstigen Verhältnissen gebären können.

Um Sachkenntniss bei der Geburtshilfe zu sichern, ist es nothwendig, dass nur Hebammen, welche an einer öffentlichen Lehranstalt eine gediegene Ausbildung erlangt haben und mit einem Diplome versehen sind, das Hebammengewerbe ausüben. Für die arme Bevölkerung sollten von Seite der öffentlichen Verwaltung Hebammen in der nöthigen Anzahl angestellt werden, die den Armen unentgeltlich ihre Pflege widmen müssen.

Damit Hebammen, die mit Rücksicht auf das weibliche Schamgefühl ein Bedürfniss sind, in ausreichender Anzahl dem Publicum zu Gebote stehen, hat der Staat für eine genügende Zahl von Hebammenschulen zu sorgen. Um unbemittelten Weibern das Erlernen der Hebammenkunst zu erleichtern, bestehen Stipendien.

Alle Obliegenheiten der Hebammen müssen durch Instructionen geregelt sein. Hiebei wird auch das häufige Ueberschreiten des Wirkungskreises der Hebammen durch versuchte innerliche oder äusserliche Behandlung der Mutter und des Kindes strenge zu verbieten und bei Ausseracht lassung dieses Verbotes als Curpfuscherei zu bestrafen sein.

Oeffentliche Gebäranstalten, in denen Frauen, deren Entbindung naherückt, unentgeltlich aufgenommen, entbunden, gepflegt und durch einige Zeit versorgt werden, wenn sie von Haus aus hilflos und verlassen sind, müssen als eine Forderung des Rechtes und der Billigkeit und nicht als eine blosse Wohlthat betrachtet werden. Sie sind ein kräftiges Mittel zur Hintanhaltung des Kindesmordes, sie bieten jedem Weibe die Möglichkeit, unter der gehörigen Pflege und Aufsicht zu entbinden und dem Neugebornen die nöthige Pflege zu verschaffen, sie gestatten die Verquickung mit einem gründlichen, umfassenden Unterricht über Geburtshilfe und fördern so die Leistungsfähigkeit der Hebammenschulen und gynäkologischen Lehrkanzeln.

Als Nachtheil der öffentlichen Gebäranstalten wird die Häufigkeit der Puerperal-Erkrankungen genannt. Man sagt, dass Epidemien dieser Art fast immer in solchen Anstalten heimisch sind und zahlreiche jugendliche Individuen dahinraffen, die unter anderen Um-

ständen erhalten geblieben wären. Doch lässt sich zur Abhilfe in dieser Beziehung Wesentliches leisten. Es steht fest, dass bei sorgfältiger Reinlichkeit und Isolirung aller Puerperalkranken auch für Wöchnerinnen eine grosse Gebäranstalt keine grössere Gefahr bringt als die häusliche Wohnung und dass die Anschuldigungen gegen derartige Anstalten unbegründet sind. Nur wo Uebervölkerung, schlechte Luft oder andere üble Einflüsse zu finden sind, ist die Sterblichkeit wirklich eine grosse.

Die Findlinge.

Die öffentliche Gesundheitspflege hat ein grosses Interesse daran, dass das leibliche Gedeihen des neugeborenen Kindes unter allen Verhältnissen gesichert und auf das wirksamste gefördert werde. Zur Verwirklichung dieses Interesses erscheinen, wie tausendfache Erfahrung lehrt, die Verhältnisse einer geordneten Ehe vor Allem geeignet. Wirkliche Liebe und elterliche Einsicht sorgen in der Regel bei ehelichen Kindern für Pflege und Erziehung und bieten so die beste Gewähr für einen hoffnungsvollen Nachwuchs.

Anders ist es bei Kindern, die von ihren Eltern, ihren natürlichen Erhaltern und Pflegern, verlassen wurden oder die das Unglück traf ihre Eltern durch Tod zu verlieren ohne Erbschaft an Subsistenzmitteln. Es bleibt da nichts Anderes übrig, als dass der Staat oder die Gemeinde als Helfer auftreten, für die gedeihliche Entwicklung des Findlings oder Waisen sorgen und seine Verpflegung übernehmen.

Es ist begreiflich, dass die der öffentlichen Fürsorge anheimfallenden Kinder in gesundheitlicher Beziehung vielen Gefahren ausgesetzt sind, selbst wenn nach dieser Richtung hin die humansten Grundsätze das Vorgehen der öffentlichen Verwaltung leiten.

Die Mutterpflege ist durch nichts ersetzbar; sind die Kinder noch Säuglinge, so ist die Beschaffung einer gesunden Amme nicht immer möglich; ihre künstliche Auffütterung, ihre Pflege lässt sich nicht genügend controliren; zu oft verkürzt sie der Eigennutz der Pflegeeltern an Nahrung, Kleidung; meist reichen die öffentlichen Geldmittel nicht aus, um sie gesundheitsgemäss mit Allem, was zu ihrem Gedeihen nöthig ist, zu versorgen.

Diese schlimmen Verhältnisse bleiben sich ziemlich gleich, mag die Verpflegung und Erziehung in dazu bestimmten Anstalten geschehen, welche gleichzeitig eine grössere Anzahl Pfleglinge aufnehmen und fortentwickeln oder durch Familien, denen diese Kinder zur Obsorge gegen Entgelt übergeben werden.

Wären der Findlinge und Waisen wenige, dann könnten die Mittel des Staates, sich auf jedes einzelne Kind mit einem höheren Betrage vertheilend, eher für eine gesundheitsgemässe Pflege und Entwicklung dieser Kinder ausreichen.

Es ist deshalb nicht unbegründet, wenn sich die Anschauung Bahn bricht, dass für uneheliche Kinder, deren Mutter lebt und erwerbsfähig ist, die unentgeltliche Aufnahme in Findelhäuser oder

überhaupt die Uebernahme in öffentliche Fürsorge verwehrt werde. Man weist darauf hin, dass solche Kinder nicht unter die Kategorie der der öffentlichen Fürsorge anheimfallenden zu beziehen sind, dass die Mutter die zunächst Verpflichtete sei, um für den Unterhalt ihres Kindes zu sorgen, da sie im Falle ihrer Unzulänglichkeit zur Erhaltung des Kindes immer berechtigt ist, die Hilfe subsidiär Verpflichteter in Anspruch zu nehmen.

Es gehe nicht an, die Aufnahme der Kinder an gar keine oder an sehr liberale Bedingungen zu knüpfen; es müsse der Nachweis geliefert werden, dass das Kind verwaist und vermögenslos sei, oder dass die Eltern in der That durch Noth, durch Gefangennahme, durch schwere und länger dauernde Erkrankung oder durch andere derartige Umstände gezwungen sind, die Sorge für ihr Kind der Oeffentlichkeit zu überlassen.

Die meisten Einwendungen richten sich gegen die Findelhäuser mit der Einrichtung der Winde (tour, torno). Die Einrichtung der Winde ist ein Mechanismus, welcher das Kind, dessen Erhaltung man der öffentlichen Fürsorge anheimstellt, in der Höhlung einer Drehscheibe aufnimmt, ohne dass jene Person, welche das Kind der Winde übergibt, nöthig hätte, sich irgend welchen, auch den schonendsten Formalitäten zu unterwerfen, ja ohne dass dieselbe von irgend einem Bediensteten der Anstalt auch nur erblickt wird. Lemartine sagt: „Der Drehladen ist eine geistreiche Erfindung der Barmherzigkeit, die Hände haben zu empfangen, aber die Augen nicht zu sehen."

Mit Recht wendet man gegen solche Findelanstalten mit unbewachter Drehwinde ein, dass die Leichtigkeit, mit welcher durch Hilfe dieser Einrichtung unehelich Geschwängerte ihrer Kinder los werden, die Unsittlichkeit, den ausserehelichen Coitus befördere, wie eine Prämie wirke, die auf den Leichtsinn gesetzt ist, die Bande der Liebe zwischen dem Erzeuger und dem Kinde lockere, zur Verletzung der Elternpflicht auch bei Verheirateten Anlass gebe, die Neigung der Mütter, ihrer Mutterpflicht sich zu entziehen, in ausserordentlicher Weise steigere, und die Anstaltsmittel oder Steuergelder der Bevölkerung durch Lieblosigkeit Einzelner frivol missbrauche.

Trotz der Berechtigung aller dieser Vorwürfe bestehen solche Institute noch in vielen Ländern. Als Grund hiefür führt man an, dass solche Findelanstalten das Verbrechen der Kindestödtung oder jenes der Fruchtabtreibung beschränken, und zwar weit wirksamer, als Findelanstalten, welche die Kinder nur in jenen Fällen aufnehmen, in welchen die Erhaltung des Kindes jede andere Rücksicht verdrängt, wie bei wirklich ausgesetzten, verwaisten und mittellosen Kindern, dagegen uneheliche Kinder, wenn sie von erwerbsfähigen Erzeugern abstammen, entweder gar nicht oder nur gegen entsprechendes Entgelt den Zutritt gestatten.

Ob durch das Fortbestehen der Findelhäuser mit möglichst unbeschränkter Aufnahme wirklich die Kindestödtung und Fruchtabtreibung hintangehalten oder beschränkt wird, lässt sich keines-

wegs mit Bestimmtheit constatiren. Auf brauchbare statistische Daten, welche diese Frage klären könnten, wird man kaum je rechnen können, denn eine Statistik der Fruchtabtreibungen, die hiebei in Betracht kommt, kann es nicht geben. Ferner ist zu bedenken, dass selbst ein Findelhaus mit der Winde manche schwanger gewordenen Mädchen von Fruchtabtreibung nicht abhält, weil sie nicht als Schwangere erscheinen wollen.

Man will weiter das Fortbestehen der Findelhäuser mit unbeschränkter Aufnahme durch Hinweis auf den Schutz und die Vortheile, die hiebei hauptsächlich den unehelichen Kindern erwachsen, rechtfertigen. Man weist darauf hin, dass eine grosse Zahl unehelicher Kinder Mütter haben, welche weder Verständniss noch Neigung besitzen, um für eine gedeihliche Entwicklung der Kinder zu sorgen, dass solche Kinder eine mangelhafte, rohe Behandlung erfahren und hiedurch geistig und körperlich missrathen. Das Findelhaus rette dagegen so manches Kind, das sonst langsam oder schnell von einer lieblosen Mutter umgebracht oder verkrüppelt worden, der Prostitution oder dem Gefängnisse zugefallen wäre.

Dem gegenüber darf aber nicht unberücksichtigt bleiben, dass die Unterbringung im Findelhause gleichfalls mit Gefahren aller Art verknüpft ist. Im Findelhaus kann der Böswille einer Amme, einer Wärterin dem Kinde schaden; die dichte Anhäufung der Kinder, Ammen und Wärterinnen in den Anstaltslocalitäten führt zur Luftverderbniss, zur Contagien-Anhäufung und zur Entwicklung ansteckender Krankheiten, denen sehr viele Findelkinder zum Opfer fallen. Die mörderische Wirkung der Findelhäuser wird ersichtlich durch die Statistik der Kindersterblichkeit. Während älteren Berechnungen nach in Paris von Kindern, die bei ihren Eltern aufgezogen wurden, 18% starben, steigt die Sterblichkeit der Findelhauskinder auf 66%, in Moskau sogar auf 79%.

Zur Verminderung der Schäden des Findelhauses kann Ausserordentliches geschehen, wenn die Einrichtung des Hauses hinsichtlich der Reinlichkeit, Lüftung, des Wäscheweehsels und einer zweckmässigen Ernährung der Kinder gesundheitlichen Grundsätzen entspricht.

Durch hygienische Maassnahmen ist die Sterblichkeitsziffer im Wiener Findelhause allmälig von 76% (im Jahre 1866) auf 46% (im Jahre 1878) gefallen.

Der Rest der Findelkinder, welcher der Todesgefahr der Findelanstalt entgangen ist, wird, da vom Staate unterhaltene Colonien, in welchen die heranwachsenden Kinder weiterhin gesundheitsgemäss versorgt und verpflegt werden, nicht bestehen, der sogenannten Privatpflege gegen Vergütung seitens der Findelanstalt übergeben. Das was die Findelanstalt den Pflegefamilien für die Unterkunft des Findlings bietet, ist meist ein unglaublich geringer Betrag. Und selbst dieser kommt dem Ziehkinde wohl nur in den seltensten Fällen zur Gänze zugute. Denn es sind in Regel sehr arme Leute aus der niedrigsten Bevölkerungsclasse, welche die Ziehkinder übernehmen, meist mit der Absicht,

durch die Beträge, welche sie von der Findelanstalt zur Erhaltung der Kinder beziehen, ihr eigenes, armseliges Dasein zu fristen. Dass unter solchen Verhältnissen viele Ziehkinder im Pflegehause durch Mangel an Nahrung, Wartung, durch Schmutz und andere Einflüsse des Elends bald zugrunde gehen oder, wenn sie doch heranwachsen, schlecht gedeihen, missrathen, ist erklärlich und durch Erfahrung unzweifelhaft dargethan. Man wird nicht fehlgreifen, wenn man annimmt, dass im Allgemeinen die Sterblichkeit der Ziehkinder mehr als doppelt so gross, als die der andern Kinder ist. Wattewille hat für Frankreich ausgerechnet, dass dieser Ueberschuss der Sterblichkeit der Ziehkinder nicht vorzugsweise auf die ersten Tage und die erste Woche nach der Geburt, sondern erst auf die 2., 3., 4. und 5. Woche nach der Geburt sich vertheilt, also aus Missständen, die in der Natur des Kindes oder in angeborener Lebensschwäche u. s. w. ihren Grund nicht haben, zu erklären ist.

Die Gefahren, denen die Ziehkinder ausgesetzt sind, lassen sich einigermaassen abschwächen, wenn man bei der Auswahl der Pflegefamilien vorsichtig ist und die Pflege der Kinder durch einen gut organisirten Apparat controlirt. Schwierigkeiten wird es aber immer geben. Je vorsichtiger man bei der Auswahl der Pflegefamilien ist, desto geringer wird die Zahl der Unterkunftsorte, und je weniger die Anstalt bieten kann, desto mehr reducirt sich ihre Zahl. Thatsächlich lehrt die Erfahrung, dass die schärfste Controle über die Ziehmütter, die strengste Bestrafung der absichtlichen oder unabsichtlichen Vernachlässigung der Kinder die gesundheitliche Lage nur dann einigermaassen bessert, wenn der Ziehmutter ein entsprechendes Pflegegeld gesichert und gewissenhafte, treue, wirklich mütterliche Pflege ihre besondere Belohnung findet.

Wir sehen also, dass die Findelhäuser, wenn sie auf dem Prinzipe der reinsten Humanität und Wohlthätigkeit sich basiren, ihre Zwecke nicht erfüllen können, so lange sie nicht auf die Aufnahme blos solcher Kinder sich beschränken, die vermögenslos und verwaist oder von ihren Eltern verlassen worden sind. Für solche Kinder, aber nur für sie allein, muss staatliche Fürsorge eintreten. Wird die öffentliche Fürsorge auf diese Art beschränkt, dann vertheilen sich die öffentlichen Mittel auf weniger Köpfe und der Staat kann dann jedem einzelnen Kinde mehr bieten, um seine gedeihliche Entwicklung zu erzielen.

Zweites Capitel.

Das Schulkind.

Man nimmt gewöhnlich an, dass mit dem vollendeten sechsten Lebensjahre die körperliche und geistige Anlage des Kindes so weit entwickelt ist, dass es als „schulreif" erklärt werden kann. Eine zu frühzeitige und zu starke Anstrengung des kindlichen Gehirnes bei verhältnissmässiger Niederhaltung der Muskelthätigkeit wirkt gewiss störend auf die körperliche und geistige Entwicklung.

Der Einfluss, den die Schule auf das Kind ausübt, macht sich in nicht seltenen Fällen das ganze Leben hindurch geltend, und zwar wirkt die Schule nicht nur auf die Geistesrichtung bestimmend, sie kann auch störend für die körperliche Entwicklung sich erweisen, denn in keiner Periode des Lebens können von aussen wirkende Schädlichkeiten einen grösseren Nachtheil anrichten, als zur Zeit, wo der Mensch am meisten bildungsfähig ist.

Wer erwägt, dass das gesammte Seelenleben in so hohem Grade von den Empfindungsorganen abhängig ist, den darf es nicht Wunder nehmen, dass Mängel, Krankheiten und Schwächen derselben immer auch einen schädigenden Einfluss auf die Entwicklung und die Bildung des Geistes ausüben, ebenso sehr wie auf der andern Seite Reinheit, Frische und Schärfe der Sinne in gleicher Beziehung fördernd und vervollkommnend einwirken. Je schärfer und sicherer wir sehen, hören, schmecken, riechen und tasten, je mehr wir ferner geübt und gewöhnt sind, auf unsere sinnlichen Eindrücke aufmerksam zu sein, um so reicher ist naturgemäss der Kreis unserer Anschauungen und um so klarer wird unser Urtheil über die Dinge ringsumher.*)

Fröbel verwerthete diesen Gedanken, indem er die Lust am Spiel und den Thätigkeitstrieb des Kindes benützt, um seine Sinne zu üben, seine Hände geschickt zu machen, Ordnungsliebe und Aufmerksamkeit ihm anzugewöhnen. Stillsitzen, mechanisches Memoriren, Ziffernschreiben etc. existirt im Fröbel'schen Kindergarten nicht. Die Kinder sitzen eigentlich nur, wenn Geschichten erzählt, Bilder gezeigt werden; aber auch da dürfen sie fragen, reden etc. ganz nach Belieben. Aller anderer Unterricht beschäftigt auch die Muskulatur: Thonmodelliren, Flechten, Figurenmachen aus Papier, Stäbchenlegen, Gesang u. s. w. Dabei bewegen sich die Kinder im Sommer im Garten, im Winter in einem geräumigen Zimmer.

Schulkrankheiten.

Der Eintritt in die Schule bildet einen schroffen Uebergang von dem bisher ungebundenen Leben mit viel Bewegung und häufigem Aufenthalt im Freien zu jenem der Schule, welches Stillesitzen, Ordnung, Aufmerksamkeit und geistige Thätigkeit verlangt.

Als Folgen der ganz veränderten Lebensweise führt man die Abmagerung, das Blasswerden, den Verlust des Appetites und der guten Laune an. Man behauptet also, dass bald nach dem Eintritte in die Schule, krankhafte Störungen aller Art, insbesondere Kopfcongestionen Verdauungs- und Ernährungsstörungen häufig auftreten, weshalb man diese krankhaften Zustände „Schulkrankheiten" nennt. Manche Aerzte hegen den Verdacht, dass die Schule auch zur Entstehung der Schwindsucht Anlass gebe oder wenigstens viel dazu beitrage.**)

*) Jacobi, Gesundheitspflege, Breslau.

**) Virchow, Ueber gewisse, die Gesundheit benachtheiligende Einflüsse der Schulen, Berlin 1869.

Wie viel bei solchen Erkrankungen die Schule oder das häusliche Leben Schuld tragen, ist nicht zu erweisen. Der Zusammenhang dieser Krankheiten mit der Schule ist bisher noch nicht statistisch klar gestellt, wohl aber liegen werthvolle Angaben und Forschungen über den Einfluss vor, den die Schule einerseits auf die Entstehung der Kurzsichtigkeit und der seitlichen Rückgratskrümmung, andererseits bezüglich der Verbreitung der ansteckenden Krankheiten ausübt.

In letzterer Beziehung muss gefordert werden, dass Kinder, welche erwiesenermaassen an Infectionskrankheiten leiden, aus der Schule ferngehalten werden. Aber Keuchhusten und Masern stecken bereits in dem Vorläuferstadium an, in welchem sie von Katarrhen oder anderen leichteren Erkrankungen nicht zu unterscheiden sind, und bei Scharlach und Diphtherie kommen mitunter so mild ablaufende Erkrankungsformen vor, dass sie die Eltern und die Lehrer unbeachtet lassen. Es ist deshalb schwer, bestimmte Vorschriften gegen die Verbreitung ansteckender Krankheiten durch die Schule zu erlassen. Holländische Bestimmungen setzen einen Termin fest, bis zu welchem ein infectionskrank gewesenes Kind die Schule meiden muss. In Preussen ist angeordnet, dass die Geschwister der an Scharlach erkrankten Kinder ebenfalls einige Wochen aus der Schule bleiben müssen. In manchen Fällen kann es nothwendig werden, die Schule ganz zu schliessen.

Myopie.

Die Kurzsichtigkeit, Myopie, ist nicht als eine blosse Schwäche, sondern eine wirkliche Krankheit des Auges, die schon in den mittleren und noch mehr in den höheren Graden mit verminderter Sehschärfe verbunden ist und sogar zur Erblindung führen kann.*)

Cohn war der Erste, der mit wissenschaftlicher Genauigkeit eine grosse Zahl von Schulkindern auf ihr Sehvermögen prüfte. Er fand:

Kurzsichtige in Dorfschulen	1·4%
„ „ Stadtschulen	11·4%
und zwar in der	
städtischen Elementarschule	6·7%
den höheren Töchterschulen	7·7%
in den untersten Classen des Gymnasiums . . .	12·0%
„ „ obersten „ „ „ . . .	60·0%

Es zeigen diese erschreckenden Zahlen den Einfluss der Schule auf Beförderung der Kurzsichtigkeit auf unwiderlegliche Weise und namentlich auch, wie sie von Classe zu Classe und von Jahr zu Jahr zunimmt, bis zuletzt mehr als die Hälfte der Schüler ihr zum Opfer fällt. Hiebei ist zu berücksichtigen, dass nach oben auch die Zahl der höheren Grade immer mehr zunimmt.

Alle Einrichtungen, welche den Schüler nöthigen, die Schrift in grosser Nähe und bei vornüber gebeugtem Kopfe zu

*) Cohn, Untersuchungen der Augen von 10.060 Schulkindern. Leipzig 1867.

betrachten, begünstigen die Entstehung der Kurzsichtigkeit. Je mehr ein normales Auge in die Nähe blicken muss, desto mehr wird der Accommodationsmuskel angestrengt. Schliesslich kann es vorkommen, dass derselbe gar nicht mehr erschlafft, sondern krampfhaft zusammengezogen bleibt und das Auge zunächst vorübergehend und zuletzt bleibend kurzsichtig macht, falls die Ursache fortdauert. Auch durch den erhöhten Druck der Augenflüssigkeiten in Folge der Blutanhäufung im Auge bei gebeugter Stellung oder lange andauernder Anstrengung des Auges wird die Augenachse verlängert und damit die Kurzsichtigkeit hervorgerufen. Mangelhaftes, blendendes, grelles Licht ist ein unterstützendes Moment für die Entstehung der Myopie. Auch schlechte Luft veranlasst Congestionen zum Kopf und damit ebenfalls zum Auge.

Die Nöthigung, das Auge der Schrift sehr nahe zu bringen und den Kopf vornüber zu beugen, liegt sowohl in dem fehlerhaften Bau der Schulbank, als aber auch darin, dass die Gegenstände, welche gesehen werden sollen, zu klein oder undeutlich oder zu wenig beleuchtet sind.

Skoliosis.

Ein hervorragender Einfluss der Schule auf die Entstehung der seitlichen Rückgratskrümmung (Skoliose) ist wohl nicht abzustreiten. Guillaume fand unter 731 Schulkindern 218 (29·5%) mit Skoliosis behaftet. Allerdings ist nicht nur die Schule daran Schuld, sondern auch zu Hause übt die schlechte Haltung beim Schreiben, Lesen und Handarbeiten einen nachtheiligen Einfluss aus. Neunzig Procent dieser Verkrümmungen beginnen während der Schuljahre, und die skoliotische, fast immer mit der Convexität nach rechts gewandte Verkrümmung entspricht genau der Schreibstellung.

Die Verkrümmung (Fig. 199) macht sich gewöhnlich in der Weise geltend, dass die rechte Schulter höher steht als die linke; das rechte Schulterblatt steht flügelartig hervor, das Rückgrat bildet in der oberen Hälfte einen schwachen nach rechts convexen Bogen, und Brust und Rücken werden unsymmetrisch. Verkrümmungen höherer Grade entstellen nicht nur die menschliche Gestalt, sondern können auch auf die Brustorgane von nachtheiligem Einflusse werden. Die Affection ergreift das weibliche Geschlecht etwa viermal so häufig, als das männliche.

Fahrner*) und Guillaume machen darauf aufmerksam, dass diese Art von Schiefwuchs die grösste Aehnlichkeit mit der bekannten schlechten Schreibstellung habe und ohne Zweifel auch zum Theil die Folge derselben sei. Fahrner hat auch nachgewiesen, dass diese Schreibstellung ebenfalls durch schlechte Schultische, hauptsächlich durch zu hohe Tischplatten ganz besonders begünstigt werde. Auch die gegenwärtig gebräuchliche, sogenannte amerikanische Schrift, bei welcher die Buchstaben nicht so senkrecht — wie das in alter Zeit der Fall war — sondern schief geschrieben werden,

*) Fahrner, Das Kind und der Schultisch 1865. S. 3.

trägt ebenfalls zur schlechten Haltung bei. Dass die Knaben viel weniger Rückgratsverkrümmungen zeigen, als Mädchen ist theils mit Bezug auf ihre meist stärkere Rückenmuskulatur, theils aber auch aus dem Grunde erklärlich weil sie im Allgemeinen öfter als die Mädchen sich herumtummeln und Leibesbewegung machen, wodurch die schlechten Folgen der fehlerhaften Schreibstellung ganz oder theilweise wieder ausgeglichen werden.

Die Schulbank.

In Würdigung der gesundheitlichen Bedeutung der Schulbank bemühten sich hervorragende Aerzte, insbesondere Fahrner, Guillaume, Cohn, Zwez, Kunze u. A. Schulbänke zu construiren, die allen hygienischen Anforderungen genügen. Die Fehler der alten

Fig. 199.

Schulbänke wurden ermittelt, und auf Grund dieser Untersuchung das Princip einer hygienisch entsprechenden Bank festgestellt.

Cohn fand, dass bei den alten Schulbänken (Fig. 200) der senkrechte Abstand zwischen Tisch und Bank, die sogenannte Differenz *a b*, viel zu gross sei. Um das Auge nicht anzustrengen, muss die Schrift etwa 0·3—0·4 Meter vom Auge entfernt sein, ungefähr so weit, wie die Entfernung des kindlichen Auges vom herabhängenden Ellbogen beträgt. Je grösser nun die Differenz ist, umsomehr wird das Auge dem Buche oder der schreibenden Hand genähert.

Weiter war der horizontale Abstand der Tischplatte von der Bank, die sogenannte Distanz *b c*, viel zu gross. Es hat das den Nachtheil, dass beim Schreiben, Lesen und Zeichnen die Schüler von der Tischplatte zu weit entfernt sind und daher jene schlechte Schreibstellung annehmen, welche so genau übereinstimmt mit der früher geschilderten Rückgratskrümmung. Fahrner beschreibt das

Entstehen dieser schlechten Haltung nachfolgend: Die erste Bewegung des Kindes, mit der es die normale Stellung verlässt, ist eine Beugung oder vielmehr ein Strecken des Kopfes nach vorn und links. Diese anscheinend unbedeutende Bewegung ist die Ursache der Skoliose. Der Schwerpunkt des Kopfes wird nämlich dadurch über den vorderen Rand der Wirbelsäule hinausgehoben und nun müssen die Nackenmuskeln denselben halten, während sie bei gerader Stellung ihn leicht balanciren konnten.

Die Nackenmuskeln ermüden bald und überlassen ihre Arbeit den Rückenmuskeln, die ebenfalls nach kurzer Zeit ermüden. Der Schüler ist nun gezwungen, sich anderen Stützpunkten zu überlassen, zunächst einem oder beiden Ellbogen. Diese stützen die Oberarme, diese wieder die Schulterblätter und an den letzteren hängt der Rumpf, bis auch diese Theile ermüden und die Brust an dem Tischrande einen Stützpunkt suchen muss. Gibt es dann

Fig. 200.

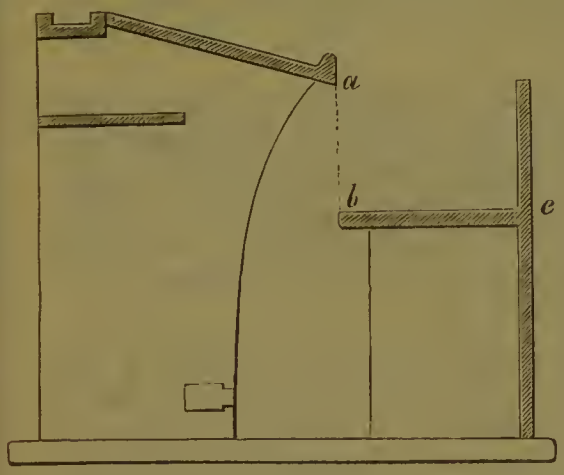
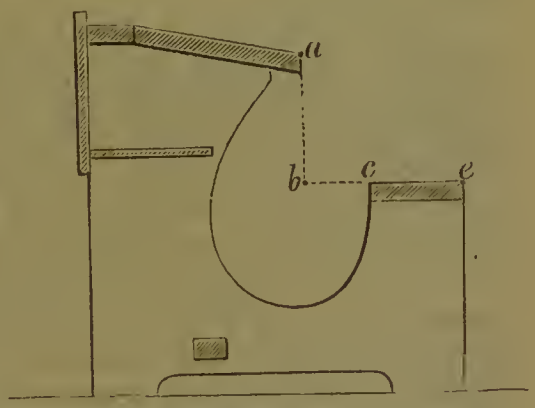


Fig. 201.



eine Pause und richtet der Schüler sich auf, so merkt er erst, wie wohl ihm in der natürlichen Stellung ist; er dehnt und streckt mit grossem Behagen alle seine Körpertheile, bis er den normalen Zustand wieder hergestellt hat.

Auch war die Bankhöhe bei der alten Schulbank bald zu gross, bald zu klein. Im letzteren Falle ist der Schüler genöthigt, entweder die Knie in einem spitzen Winkel zu beugen, was bald ermüdet, oder sie auszustrecken, wobei eine gute Haltung auf die Dauer nicht möglich ist. Ist die Sitzhöhe zu gross, so sucht das Kind, um die Beine nicht in der Luft hängen zu haben, wenigstens mit den Fussspitzen den Boden oder das Fussbrett zu erreichen; hiebei muss es den Unterschenkel nach hinten beugen, wodurch der Oberkörper und Kopf nach vorn geneigt, also der Schrift zu sehr genähert wird.

Die Tischplatte war meistens zu schmal, oft gar nicht, oft nicht richtig geneigt. Dabei musste entweder bei senkrechter Kopfhaltung das Auge stark nach unten gedreht oder der Kopf vornüber gebeugt werden.

Aus diesen Erörterungen ergibt sich, wie eine gute Schulbank (Fig. 201) beschaffen sein soll.

Die Schulbänke müssen der Grösse der Schüler entsprechen und demnach in verschiedener Dimension zur Verfügung stehen. Für die Kinder in Volksschulen genügen 6—7 Grössen.

Man ist übereingekommen, dass die Schulbänke höchstens viersitzig sein sollen. Zweisitzige sind noch vortheilhafter aber selbstverständlich theurer. Werden diese Bänke in Längsreihen aufgestellt, so dass jede an die nächste vordere und rückwärtige anstösst, aber von der daneben stehenden durch einen Gang getrennt ist, so ist jedes Kind von einer Seite frei und dem Lehrer erwächst der Vortheil einer besseren Controle, indem er neben jeden Schüler treten kann.

Die Höhe der Bank muss, damit das Kind mit der ganzen Fusssohle den Boden berühren und gerade sitzen kann, der Länge des Unterschenkels entsprechen, welche durchschnittlich $^2/_7$ der Körperlänge beträgt. Die Bankbreite *(be)* muss gleich sein der Länge des Oberschenkels, welche durchschnittlich $^1/_5$ der Körperlänge ausmacht.

Der senkrechte Abstand zwischen dem hinteren Tisch- und dem vorderen Bankrand, die Differenz *ab,* soll nach Fahrner entsprechen der Entfernung des herabhängenden Ellbogens vom Sitzknorren ($^1/_8$ der Körperlänge) unter Zurechnung von 2·5 Centimeter für kleine und 5—6 Centimeter für grosse Kinder, um welche Länge sich beim Schreiben der Ellbogen mit der Bewegung nach vorn gleichzeitig in die Höhe begibt.

Die Distanz, d. i. die horizontale Entfernung von Tisch und Bank soll nach Fahrner Null sein, das heisst, der vordere Bankrand soll gegen den hinteren Tischrand in senkrechter Lage sich befinden, die neueren Autoren verlangen eine negative Distanz von 2—3 und selbst mehr Centimeter, so dass die Tischplatte den vorderen Bankrand überragt.

Die negative und auch die Nulldistanz erlauben dem Schüler nicht, am Platze aufzustehen. Zweisitzige Bänke gestatten wenigstens, dass der Schüler zur Seite heraustreten kann; bei mehrsitzigen Bänken, wo das Austreten aus der Bank für die in der Mitte sitzenden Kinder nicht stattfinden kann, wird das Aufstehen dadurch möglich gemacht, das entweder der Sitz jedes Schülers beim Aufstehen emporgehoben oder zurückgeschoben werden kann oder die Tischplatte hervorziehbar ist, um beim Schreiben die Distanz zu verringern.

Die Tischplatte soll jene Breite haben, welche von rechts nach links der Entfernung beider Ellbogen entspricht (55 Centimeter), die Länge soll 30 bis 40 Centimeter betragen und die Tischplatte so geneigt sein, dass bei dieser Länge der hintere Rand 6 Centimeter tiefer als der vordere steht. Eine stärkere Neigung wäre zwar während des Lesens für die Augen noch besser, nicht aber während des Schreibens; auch würde sie das Hinuntergleiten der auf der Tischplatte befindlichen Gegenstände veranlassen.

Ferner ist eine Erhebung des vordern Bankrandes um etwa 2 Centimeter gegen den hinteren empfehlenswerth, um es dem Kinde schwer zu machen, dass es nur den vorderen Bankrand zum Sitzen benützt und dabei mit dem Oberkörper nach vorn fällt. Selbstverständlich soll jede Schulbank eine Lehne haben.

Das Licht in der Schule.

Mit der Anschaffung guter Schulbänke und Schultische ist noch nicht alles das gethan, was die Schonung der Sehorgane verlangt. Von allen Lehr- und Lernmitteln muss eine solche Beschaffenheit verlangt werden, dass ihre Benützung das Auge nicht krankhaft anstrengt und dass die Schule reichlich beleuchtet ist.

In mustergiltiger Weise bestimmt das ausgezeichnete österreichische Schulgesetz hierüber Folgendes: Die Wandtafeln sollen eben, recht schwarz und von matter Farbe sein. Um sie richtig stellen zu können, empfehlen sich freie Rahmenständer; besondere Vortheile bieten Wandtafeln, welche mittelst eines Gegengewichtes in Rahmen und Nuten auf- und niedergezogen werden können. Auf allen Tafeln, Vorlagen, Tabellen sollen die Darstellungen möglichst gross ausgeführt sein und die Bilder bestimmt, leicht fassbar hervortreten lassen. Bei den Schulbüchern ist auf sattes, nicht graues Papier, auf deutlichen Druck, grosse Schriftformen zu achten, der Gebrauch von Schreibtafeln möglichst einzuschränken.

Die Schulzimmer müssen ihr Licht durch Fenster, welche an einer der Längsseiten angebracht sind, erhalten, und zwar so, dass es den Schülern von der linken Seite zugeht; an den übrigen drei Seiten sollen keine Fenster angebracht werden.

Zum Schutze der Augen gegen blendendes Sonnenlicht hat der Lehrer die Fenstervorhänge stets in der geeigneten Weise zu handhaben. Bei Zwielicht darf kein Unterrichtsgegenstand vorgenommen werden, welcher die Augen anstrengt.

Die Gesammtfläche der lichten Fensteröffnungen eines Schulzimmers soll bei vollkommen freier Lage desselben mindestens $^1/_6$ und wenn die Helligkeit durch Nachbargebäude beschränkt ist, bis zu $^1/_4$ der Fussbodenfläche betragen, die Brüstungshöhe der Fenster muss gleich sein mit der Höhe der Schulbänke. Die Fensterhöhe soll möglichst nahe an die Zimmerdecke reichen; auch sollen die Fenster weder gekuppelt noch abgerundet, sondern viereckig sein. Die Fensterpfeiler dürfen nicht breiter, als 1·3 Meter sein. Bei bedeutender Mauerdicke ist die Leibung der Fensterpfeiler nach innen entsprechend einzuschrägen.

Die oberen Flügel von mindestens zwei Fenstern in jedem Schulzimmer sollen, sofern sie nicht in einer anderen rationellen Weise zu Ventilationszwecken ausgenützt und eingerichtet werden, um horizontale Achsen drehbar und mit einer Vorrichtung versehen sein, dass das beliebige Oeffnen und Schliessen derselben von unten aus vorgenommen werden kann.

Zur künstlichen Beleuchtung ist — wo es zu beschaffen ist — Leuchtgas zu verwenden, im Gegenfalle Oel oder Petroleum in Hänge- oder Wandlampen und zwar letzteres unter Beobachtung der nöthigen Vorsichten. In beiden Fällen haben Glascylinder und geeignete, die oberen Theile des Zimmers nicht zu sehr verdunkelnde Schirme in Anwendung zu kommen, und ist für eine angemessene Anzahl und Vertheilung der Flammen Sorge zu tragen.

Innere Einrichtung des Schulhauses.

Alle Forderungen, welche vom hygienischen Standpunkte mit Bezug auf Lage, Bau und Einrichtung gesunder Wohnhäuser aufgestellt, gelten auch für die Schule, jedoch im erhöhten Maasse und unter Berücksichtigung besonderer, der Schule eigenthümlicher Erfordernisse.*)

Das österreichische Schulgesetz**) ist in diesem Sinne verfasst und spricht so klar und präcis, dass es als eine treffliche Zusammenstellung der bewährtesten schul-hygienischen Grundsätze betrachtet werden muss.

Das österreichische Gesetz verlangt:

Das Schulhaus soll eine möglichst freie Lage, eine passende Umgebung, freundliche, wohl angelegte Zugänge, ein würdiges Aeusseres, ein zweckmässig ausgestattetes Inneres, in allen Theilen Geräumigkeit und eine Fülle von Licht und Luft haben.

Das Schulhaus soll auf einem trockenen Platze und wo möglich in der Mitte des Schulsprengels stehen. Bei der Auswahl der Baustelle ist die Nachbarschaft von Sümpfen und stehenden Gewässern, von Kirchhöfen und Dungstätten, von luftverderbenden oder stauberregenden Geweben und jede Umgebung zu vermeiden, welche die Gesundheit bedrohen könnte. Die definitive Wahl des Platzes kann erst dann erfolgen, nachdem das Gutachten des Amtsarztes in gesundheitspolizeilicher Beziehung eingeholt ist.

Die Bauart soll solid sein; unter den Schulzimmern ist ein Keller anzulegen; das ebenerdige Geschoss muss wenigstens 0·8 Meter über das Strassenniveau erhöht werden.

Die Hausthüre und die Hausflur sollen, so wie die Gänge und Treppen die hinreichende Breite haben und zwar die Hauptgänge nicht unter 2 und die Treppen nicht unter 1·5 Meter. Sämmtliche Gänge sollen hell und nicht zugig sein, aber doch nach Bedarf jederzeit rasch gelüftet werden können.

Die Treppen müssen aus Stein oder aus Ziegeln mit Holzverkleidung hergestellt werden. Die Steigung soll 0·135—0·150 Meter betragen, der zugehörige Auftrittt 0·34—0·41 Meter messen. Die von einem Stockwerke zum anderen führenden Treppen dürfen nicht in Einem Laufe angelegt und nicht gewunden sein; sie sind mit dazwischen liegenden Ruheplätzen zu versehen, und

*) Varrentrapp, Der heutige Stand der hygienischen Forderungen an Schulbauten. Vtljahrsch. f. öff. Gsdh. I. 1869. S. 477.

**) Erlass des Ministers für Cultus und Unterricht vom 9. Juni 1873.

womöglich in zwei oder drei Arme zu brechen. Wo die Treppe eine freie Stelle hat, ist ein solides, hinreichend hohes und dichtes Geländer mit Handgriffen anzubringen und letzteres stets so zu gestalten, dass es von den Schülern nicht als Rutschbahn benützt werden kann. Vor dem Eingange des Schulhauses, vor den Treppen und den Schulzimmern sollen Scharreisen oder dergleichen zur Reinigung der Fussbekleidung dienende Einrichtungen liegen.

Die Lehrzimmer für die jüngeren Kinder sind im Erdgeschoss, für die älteren in den Stockwerken herzustellen. Enthält dieselbe Schule gesonderte Knaben- und Mädchenclassen, so sind die Schulzimmer für beiderlei Geschlechter durch besondere Eingänge und Hausfluren von einander zu trennen.

Die Grösse des Schulzimmers, welches womöglich mit der Fensterseite nach Südost gerichtet sein soll, ist von der Anzahl der Schüler abhängig, welche die Zahl von 80 nicht übersehreiten darf. Für jeden Fall ist ein Flächenraum von 0·6 Quadratmeter erforderlich. Ausserdem muss das Schulzimmer den genügenden Flächenraum für die Unterrichts-Erfordernisse, für den Ofen und die Gänge besitzen. Die Höhe der Schulzimmer muss mindestens 3·8 Meter, bei grösseren Schulen in Städten 4·5 Meter betragen. Der Gesammtluftraum für einen Schüler wird auf 3—8, beziehungsweise 4·5 Cubikmeter bestimmt. Die Länge soll, Zeichensäle ausgenommen, nicht mehr als 12 Meter betragen. Die Zimmertiefe ist von der Fensterhöhe abhängig; die Form kleiner Schulzimmer soll sich der quadratischen möglichst nähern, sonst aber Tiefe und Länge der Zimmer im Verhältnisse wie 3 : 5 stehen. Fussböden aus hartem Holz sind die vortheilhaftesten; werden sie aus weichem Holz hergestellt, so sind sie von Zeit zu Zeit mit heissem Leinöl zu tränken. Der Anstrich der Wände soll einfarbig, blaugrau oder grünlichgrau und giftfrei sein.

Die Beheizung ist, wo eine Centralheizung nicht angelegt wird, durch Mantel- oder Thonöfen zu bewirken, welche am besten der Hauptfensterwand gegenüber anzubringen sind. Der Feuerraum eiserner Oefen muss mit Ziegeln ausgefüttert sein. Sollte der Mantel aus Eisenblech hergestellt werden, so muss er doppelte, wenigstens 3 Centimeter von einander abstehende Wände erhalten. Die Heizvorrichtungen müssen hinreichend grosse Heizflächen erhalten. Ofenrohrklappen oder Schornsteinsperren dürfen in keinem Falle angebracht werden.

In jedem Schulzimmer ist ein Thermometer an jener Stelle aufzuhängen, deren Temperatur als die mittlere des Zimmers anzunehmen ist. Die Temperatur soll während der ganzen Schulzeit der Regel nach 16—20° C. nicht übersteigen. Bei einer Temperatur im Schulzimmer unter 16° C. muss ohne Rücksicht auf die Jahreszeit geheizt werden.

Ausser der Lufterneuerung mittelst Oeffnen der Thüren und Fenster nach dem Unterrichte muss für einen beständigen Luftwechsel gesorgt werden. Die Ventilations-Einrichtungen müssen so beschaffen sein, dass stetig frische, reine, im Winter angemessen

erwärmte Luft in ausreichender Menge von aussen eingeführt und die in dem Schulzimmer befindliche Luft so abgeführt werde, dass die Anwesenden von diesem Luftwechsel in keiner Weise unangenehm berührt oder gefährdet werden.

Zum Luftwechsel dienen im Sommer zunächst Fenster und Thüren. Da jedoch das Oeffnen beider innerhalb der Schulzeit nur mit wesentlichen Einschränkungen zulässig ist, so sind den Fenstern gegenüber hinreichende Gegenöffnungen unmittelbar über dem Fussboden und, wenn es nöthig sein sollte, unter der Decke anzubringen. Zur Erzielung der Ventilation während der Heizperiode muss der Mantelraum des Mantelofens an seinem unteren Ende durch einen hinreichend grossen Canal, mit der Aussenluft in Verbindung gebracht werden können, und muss ein verticaler, vom Fussboden bis über das Dach emporführender Dachcanal von entsprechendem Querschnitt an geeigneter Stelle, am besten in der Nähe des Mantelofens angebracht und mit einer entsprechend grossen Oeffnung sowohl über dem Fussboden als unter der Decke versehen sein. Alle Ventilationsöffnungen müssen durch Schieber oder Klappen verschliessbar, d. h. regulirbar sein.

Die Aborte sind entweder in einem Zubau, der durch einen gedeckten Gang mit dem Schulhause in Verbindung steht, unterzubringen, oder doch aus dem Hause so fern zu rücken, dass sie sich in einem vollständigen Vorsprung befinden. Bei der Wahl des Platzes ist auf die Richtung des herrschenden Windes Rücksicht zu nehmen. Wo die Aborte im Hause selbst angelegt werden, sind doppelte, selbst zufallende Thüren und solche Vorrichtungen anzubringen, dass die Ausdünstungen so wenig als möglich sich in das Gebäude verbreiten können. In Orten, wo keine Unrathscanäle bestehen, empfiehlt es sich, den Unrath in passend eingerichteten Tonnen zu sammeln und täglich abzuführen. Wenn eine Senkgrube angelegt wird, muss selbe so weit als möglich vom Schulhause mit hydraulischem Kalk und gutem Baumaterial gebaut, und mit einem gut schliessenden Deckel versehen werden, welcher mit einer Erdschicht von mindestens 0·3 Meter zu bedecken ist. Die Abtrittsröhren sollen fluss- und frostfrei und so angelegt werden, dass die Wände des Hauses nicht infiltrirt werden können. Röhren von Steingut, glasirtem Thon oder Gusseisen sind empfehlenswerth; Holzschläuche sind von allen Seiten mit heissem Theer anzustreichen. Wo thunlich, sollen Water-Closets eingerichtet werden. Die Abortsitze (Spiegel) sind in entsprechender Höhe von 0·30—0·45 Meter und in jedem Sitzraum nur ein Spiegel anzubringen. Die Breite der einzelnen Sitzräume soll mindestens 0·8 bei einer Länge von 1·4 Meter betragen. Für jede Schulclasse ist für jedes Geschlecht je ein Sitzraum zu bauen. Für die Knaben einer Schule ist ein besonderer Pissraum erforderlich. Die Wand desselben soll vollkommen glatt, und bis auf 1·5 Meter über dem Boden aus einem wasserdichten Material hergestellt werden. Die Rinnen sind aus Metall oder hartem Stein herzustellen. Aborte und Pissräume müssen ventilirbar sein; alle Abtritte sollen sehr hell gemacht werden, wenn möglich auf

zwei Meter Höhe, mit glasirten Thonkacheln oder dergleichen verkleidete Wände erhalten. Die Thüren der Aborte sind mit einem bleifreien Anstriche zu versehen. Der Fussboden soll aus einem harten, undurchdringlichen Material (Cement, Steinplatten) hergestellt werden.

Jedes Schulhaus soll genügend mit gutem Trinkwasser versehen sein, wo möglich durch eine Röhrenleitung, in welchem Falle auch die Pissräume mit fliessendem Wasser zu versehen sind. Ist keine Wasserleitung anzubringen, so ist ein gedeckter Brunnen derart anzubringen, dass er nicht in der Nähe der Senk- oder Düngergrube sich befinde und jede Schädigung des Wassers durch Infiltration beseitigt werde. Bei jeder Oeffnung der Wasserleitung, sowie am Brunnen sollen Trinkgefässe vorhanden sein, für deren Reinhaltung zu sorgen ist.

Jedes Schulhaus soll einen heizbaren Turnraum von der erforderlichen Grösse besitzen. Die Höhe des Turnsaales soll mindestens 4·4 Meter betragen und der Fussboden mit doppelten Brettern gedielt werden. Die Turnplätze im Freien sind so anzulegen, dass sie von dem Schulhause übersehen werden können. Sie sind, damit der Boden nach dem Regen rasch abtrocknen kann, mit Gefälle anzulegen und nach Bedürfniss mit Kies zu bedecken.

Pflege der Gesundheit in der Schule.

Die Schüler sind mit Hausaufgaben nicht zu überhäufen; ebenso ist es gegen die Gesundheitslehre, wenn die Schüler für die Ferienzeit so viele Arbeiten erhalten, dass der Zweck der Ferien vereitelt wird.

Beim Gehen und Stehen soll von den Schülern eine gerade und aufrechte Haltung verlangt werden. Beim mündlichen Unterrichte sollen die Schüler gerade sitzen, so dass die Rückgratlinie sich in senkrechter Stellung befindet und der Rücken im Kreuz eingebogen ist. Knaben und Mädchen ist das Tragen der Bücher und Schulerfordernisse in einem Ränzchen anzurathen, das Büchertragen unter dem linken Arme zu untersagen. Um die physische Entwicklung der Schüler zu befördern und eine gute körperliche Haltung zu erzielen, empfehlen sich dort, wo kein ordentlicher Turnunterricht stattfindet, in den Unterrichtspausen gymnastische Uebungen und Spiele, an freien Nachmittagen Spaziergänge der Lehrer mit den Schülern. Bei den Uebungen im Gesange ist das Stimmorgan der Kinder vor zu früher und zu grosser Anstrengung zu hüten und jeder krankhaften Disposition aufmerksam vorzubeugen. Auch darf der Lehrer nie vergessen, dass die Pubertätsjahre, besonders bei den Mädchen, eine gewisse Schonung in Bezug auf vorwiegend geistige Thätigkeit erheischen. In den Stunden für weibliche Handarbeiten, besonders Nadelarbeit, müssen wiederholt kurze Pausen eintreten, worin die Kinder eine ihrer Arbeitsstellung entgegengesetzte Lage einnehmen und das Auge frei auf entferntere Gegenstände fallen lassen.

Jedem Lehrer ist es zur strengsten Pflicht gemacht, mit den Grundsätzen der Gesundheitslehre sich bekannt

zu machen und dieselben nicht nur in seinen Beziehungen zur Schuljugend in Anwendung zu bringen, sondern auch dahin zu wirken, dass die Hausdiätetik alles Dasjenige beachte, was zur richtigen physischen Erziehung der Kinder während der Schulzeit gehört.

Drittes Capitel.

Die Kranken.

Die erkrankten Glieder der Gesellschaft verdienen in doppelter Beziehung Berücksichtigung und Fürsorge. Der Kranke bedarf Pflege und Hilfe, damit sein Leiden gemildert, die Gefahr der Krankheit vermindert, ein günstiger Verlauf und Ausgang derselben vermittelt und dem Staate also ein nützliches Mitglied erhalten werde.

Kranke können ferner die Ursache neuer Erkrankungen werden, theils durch die Uebertragung von Ansteckungsstoffen, theils durch ihre pathologisch veränderten Auswurfsstoffe. Da bei vielen Kranken ihre häuslichen Verhältnisse nicht die nöthige Pflege und Behandlung gestatten, so sind Krankenhäuser ein Bedürfniss. Wenn Krankenhäuser ihren Zweck erfüllen und für die Leidenden wirklich ein Ort der Tröstung und Hilfe sein sollen, dann müssen sie zweckmässig eingerichtet, mit allen zur Krankenpflege nöthigen Hilfsmitteln versehen sein und über ein genügendes Heil- und Hilfspersonal verfügen können. Strengste Ordnung und Reinlichkeit muss überall herrschen; im Geiste der Humanität, von streng wissenschaftlichen Anschauungen gestützt, muss die Verwaltung und der Krankendienst vorgehen.

Auf Grund geschichtlicher Erfahrungen ist man zur Ansicht gekommen, dass Spitäler bei Ueberfüllung, unzweckmässiger Anlage oder nicht sachgemässem Betriebe ihrer Bestimmung mehr oder weniger unvollständig entsprechen, und dann ihre Kranken gesundheitlich schädigen und ihr Leben gefährden. Man will aber auch behaupten, dass nicht immer sehr grosse oder überfüllte oder fehlerhaft angelegte, sondern die Spitäler überhaupt, an und für sich, von Nachtheil für die Pfleglinge sind. Als solche Nachtheile führt man an:

1. Die ungleich grössere Häufigkeit der sogenannten Hospitalkrankheiten im Krankenhause;

2. die grössere Sterblichkeit der im Hospital behandelten Kranken gegenüber denen, die an gleicher Verletzung oder Krankheit in der Privatwohnung verbleiben;

3. die durchschnittlich längere Krankheitsdauer der im Krankenhaus Behandelten gegenüber anderen Kranken bei häuslicher Pflege.

Den bisherigen statistischen Studien lassen sich bis jetzt keine stichhaltigen Beweise für die Richtigkeit dieser Anschauung abgewinnen. Da die Art der Krankheiten somit die Krankheitsgrösse in verschiedenen Krankenhäusern niemals dieselbe ist, kann die allgemeine Sterblichkeit nicht zum Vergleiche zwischen verschiedenen Krankenhäusern und nicht als Maassstab für die Salubrität eines

Krankenhauses benützt werden. Ebensowenig ist zwischen Spitälern und ausserhalb derselben ein Vergleich der Sterblichkeit an einzelnen Krankheiten, oder nach gewissen Operationen, z. B. nach Amputation, zu verwerthen, weil meist die ärmere, weniger widerstandsfähige Classe zunächst die Spitäler aufsucht, während die in der Regel besser genährten und kräftigeren Wohlhabenden und Reichen das Krankenhaus meiden.

Wenn auch nicht die Statistik, so zeigt doch die ärztliche Erfahrung, dass wenn gewisse hygienische Grundsätze hinsichtlich der Salubrität und Zweckdienlichkeit der Krankenhäuser Berücksichtigung finden, wenn namentlich für Reinlichkeit und genügende Lüftung und für gehörige Isolirung der an ansteckenden Krankheiten Erkrankten gesorgt ist, jeder Kranke in einem Krankenhaus unter sonst gleichen Verhältnissen genau dieselbe Wahrscheinlichkeit zu gesunden hat, wie ausserhalb. Der unbemittelten Bevölkerung Angehörige werden aber in der weitaus grössten Zahl der Fälle im Krankenhause besser gepflegt und ärztlich behandelt als zu Hause und es ist deshalb für sie die Wahrscheinlichkeit, im Krankenhause zu gesunden, weit grösser als wenn sie unter den ärmlichen Verhältnissen ihres Heims bleiben.

Soll ein Krankenhaus den hygienischen Anforderungen genügen, so muss es folgenden Bedingungen entsprechen:

a) Das Krankenhaus muss dem Kranken Ruhe bieten. Ein Krankenhaus sollte deshalb nicht im Centrum der Stadt und der Bevölkerung, nicht inmitten eines Complexes von Häusern und Fabriken, nicht in unruhigen Gassen, sondern ausser der Stadt, am besten an einem von Gärten und Baumanlagen allüberall umgebenen Platze erbaut werden.

Kann auf diese Weise die Unruhe von aussen mehr oder weniger verhütet werden, so ist es weit schwieriger, die Unruhe, welche von der Anstalt selbst ausgeht, zu verhindern. Wenn die Krankensäle auch zu klinischen Zwecken bestimmt sind, dann wirkt während der Lehrstunde der Vortrag des Docenten, die Bewegungen, das Kommen und Gehen der Schüler in hohem Grade störend. Ebenso ist der Wirthschaftsbetrieb, z. B. das Pumpen von Wasser, das Auslassen von Wasserdampf in Küche- und Waschlocal, das Schleppen, Fahren und Gehen in den Gängen u. s. w. eine Quelle belästigenden Lärmes. Die Patienten eines Saales stören einander gegenseitig. Der Pneumoniker hustet unaufhörlich, der Phtisiker häufig, der Schmerzleidende ächzt, der Fieberkranke spricht laut im Delirium. Oefter benützt der eine oder der andere Kranke sein Uringlas, seinen Nachtstuhl oder seine Spuckschale, oder er setzt sich, das Bett verlassend, eine Weile auf einen knarrenden Stuhl, so dass das Geräusch nicht aufhört. Die Besuche des Arztes und des Wärters, der Freunde und Verwandten können ebenfalls nicht ohne Störung der Ruhe ablaufen. Besonders aufregend wirkt das Wegtragen eines Gestorbenen.

Wenn die Administrations- und Wirthschaftsgebäude von den Krankenzimmern in genügender Entfernung liegen, wenn im Spitale die Stiegen und Gänge mit Decken belegt sind und die Besuche auf bestimmte Stunden des Tages beschränkt werden, so werden dadurch mehrere dieser ruhestörenden Momente beseitigt oder abgeschwächt, nicht aber die Störung, zu welcher die Patienten selbst gegenseitig Anlass geben. Diese wird im Allgemeinen um so erträglicher sich gestalten, je geringer die Zahl der in demselben Zimmer untergebrachten Kranken ist, und nur bei Placirung je eines Kranken in je einem Zimmer ist eine wirklich ruhige Unterbringung der Patienten denkbar.

Da absolute Ruhe nicht für jeden Kranken, sondern nur für einzelne ein nothwendiges Bedürfniss ist, so wird auch der strengste Hygieniker nicht darauf bestehen, dass ein Krankenhaus durchgehends immer Separatzimmer enthält. Eine gewisse Zahl von Einzelnzimmern ist aber immer nothwendig, da mancherlei Zustände der Kranken oder das Interesse der Behandlung und Beobachtung oder auch die Rücksicht für andere Patienten die Isolirung verlangt. Die Schwerkranken, ferner Kranke, die stark husten, oder mit stinkenden, ansteckenden, ekelhaften Gebrechen behaftet sind, sind immer nur in Einzelnzimmern unterzubringen.

Je mehr Einzelnräume errichtet werden, desto theurer wird der Bau und desto mehr Krankenwärter sind nöthig. Man ist deshalb aus finanziellen Rücksichten genöthigt, den grösseren Theil der Spitalslocalitäten als gemeinschaftliche Krankenräume zu verwenden.

b) Das Zweite, was einem Kranken gesichert sein muss, ist reine Luft und genügendes Licht. Da Anhäufung von vielen Menschen, namentlich aber von kranken Menschen rasche Luftverderbniss zur Folge hat, so sollte ein Krankenhaus an und für sich nicht sehr gross sein, höchstens einen Belegraum für zwei- bis dreihundert Kranke haben. Damit reichlich Luft und Licht zutreten können, wünscht Reich, dass das Krankenhaus aus kleineren, nur durch bedeckte, aber an beiden Seiten offene Gänge communicirenden Häusern, deren jedes nur wenige Kranke enthält, bestehe, und so in Wahrheit eine Colonie sei, die alle gesundheitlichen Vortheile des Landes biete.

Leider bestehen gegenwärtig noch sehr viele Spitäler, welche im sogenannten Kasernenstyl erbaut wurden. Man nennt sie Corridorkrankenhäuser. Sie vereinigen alle Kranken- und Verwaltungsräume unter einem Dach. Für die Verwaltung liegt darin ein unleugbarer Vortheil, allein die sanitären Verhältnisse solcher Bauten sind nicht günstige. Die Ruhe wird häufig gestört, das Licht fällt nur von einer Seite ein, der natürliche Luftwechsel ist ein geringer. Wird ein solches Krankenhaus mit Kranken dicht belegt, ohne ventilirt zu werden, so tritt Luftverderbniss auf; es heilen dann die Wunden schlecht, es tritt Hospitalbrand ein und auch die anderen Krankheiten nehmen einen ungünstigen Verlauf. Man hat deshalb den früher bei Spitälern üblichen Kasernenstyl verlassen und baut gegenwärtig für die Unterbringung der Kranken,

ein- oder höchstens zweistöckige Gebäude, die sogenannten Pavillons, welche an allen Seiten von Luft und Licht umspült, leicht und ausreichend ventilirt und beleuchtet, die beste Garantie in Bezug auf gute Luft und genügendes Licht geben. Die bauliche Anlage der Pavillons und die Einrichtung des einzelnen Krankensaales wurde bereits Seite 184 besprochen. Wie gross der für den einzelnen Kranken nöthige Luftraum sein, wie der Luftwechsel in den Krankenzimmern stattfinden soll, und welche Heizungsanlagen für Spitäler sich am besten eignen, wurde bereits in den Capiteln über Luft, Ventilation, Wärme und Licht besprochen.

c) Ein weiteres wichtiges Erforderniss eines Krankenhauses ist ein tadelloses Trink- und Nutzwasser in ausgiebiger Menge. Der Wasserbedarf in Spitälern ist grösser als in allen anderen öffentlichen Gebäuden, da die Badeeinrichtungen, die Wäscherei, die Closetts und überhaupt die Handhabung der Reinlichkeit grosse Mengen Wasser nöthig haben. Gut versorgte Krankenhäuser erhalten per Tag und Kopf 300 und auch mehr Liter Wasser. Wenn Hausbrunnen das nöthige Wasser liefern, dann unterliegen sie der Controle des Krankenhausdirectors. Wird der Wasserbedarf aus einer Wasserleitung gedeckt, so ist darauf Rücksicht zu nehmen, dass bei Zuleitung des Wassers bis in's Zimmer das Wasser oft warm wird. Ueberhaupt muss verlangt werden, dass das Wasser, welches dem Kranken gereicht wird, die als Trinkwasser entsprechende Temperatur habe, also kühl sei. Wo kein in Bezug auf Zusammensetzung oder Temperatur tadelloses Wasser zu beschaffen ist, sollte niemals ein Hospital errichtet werden.

d) Der Kranke muss ferner eine seinen krankhaften Zuständen richtig angepasste Kost erhalten. Es ist nicht Sache des Hygienikers, sondern jene des behandelnden Arztes, die Diät des Kranken zu bestimmen. Vom sanitären Standpunkte ist aber die Forderung gerechtfertigt, dass die Anstaltsküche derart eingerichtet und mit Victualien so weit versorgt ist, dass sie den ungleichen Bedürfnissen der verschiedenen Kranken nachkommen kann. Selbstverständlich ist, dass die Krankenkost einer ärztlichen Controle bedarf, und dass sich dieselbe sowohl auf die eingekauften Victualien, als auch auf die Art der Zubereitung der Speisen, ihre Nahrhaftigkeit, Verdaulichkeit, Schmackhaftigkeit und Menge erstrecken muss. In der Regel wird den Anforderungen der Hygiene und der Krankendiätetik besonders entsprochen, wenn die Verköstigung in die selbstständige Regie des Krankenhauses übergeht.

e) Ein gutes Wartepersonal ist eine unerlässliche Bedingung der Krankenpflege, leider ist ein solches aber schwierig zu verschaffen. Eine der Krankenwartung sich widmende Person muss nicht nur vollkommen gesund sein und einen starken, ausdauernden Köper besitzen, sie soll auch durch physische und moralische Eigenschaften sich auszeichnen. Nüchternheit, Unverdrossenheit, ein freundliches, geduldiges Benehmen, neben der

nöthigen Festigkeit, um nicht aus falschem Mitleid allen Launen der Kranken, zum Nachtheil derselben nachzugeben, strenge Rechtlichkeit und Gehorsam sind ebenso nothwenig, wie ein gewisser Grad von Intelligenz, der sie befähigt, die Anordnungen des Arztes richtig anfzufassen und das Angeordnete mit Geschick auszuführen. Wärter müssen ferner mit dem Detail der Krankenpflege vertraut sein, müssen wissen, wie mit Schonung die Kranken zu legen, zu tragen, wie die Arzneien einzugeben, Umschläge u. s. w. anzuwenden seien, wie für zwecksmässige Beleuchtung und Heizung der Krankenzimmer, für körperliche und geistige Ruhe zu sorgen sei.*)

Die Krankenhäuser sind die besten Bildungsanstalten für Wärter; ein theoretischer Unterricht sollte jedoch nicht vernachlässigt werden. Die nöthige Hingebung, Furchtlosigkeit und Humanität, die Lust und Liebe zum Dienste, kann jedoch niemals gelehrt werden. Darum schätzt man so sehr jene geistlichen Orden, deren Mitglieder aus religiösen Motiven die Krankenpflege übernehmen. Es unterliegt aber keinem Zweifel, dass man auch ohne Rücksichtnahme auf Personen aus geistlichen Orden Wärter und Wärterinnen von wahrem Beruf heranziehen und erhalten kann, wenn man ihnen eine ehrenhafte Stellung gibt, sie gut honorirt und im Alter versorgt.

f) Jedes Spital hat dafür zu sorgen, dass von einem Kranken aus kein Gesunder angesteckt werde und dass kein Kranker eine neue Krankheit im Krankenhause erwerbe. In dieser Beziehung ist die Durchführung des Isolirsystems im Krankenhause von besonderer Wichtigkeit. Für Masern, Scharlach, Ruhr, Cholera, Syphilis, Krätze genügt es, wenn besondere Zimmer eingeräumt sind. Bei Flecktyphus, Wochenbettfieber, Blattern ist entweder eine abgegrenzte Abtheilung der Anstalt, was beim Pavillonsystem leicht durchführbar ist, oder getrennte Gebäude erforderlich, um auch den Verkehr des Wartepersonals mit dem übrigen Krankenhause aufzuheben. Im Falle der Noth können Baracken oder Zelte eingerichtet werden; sind die ersteren heizbar, so können sie zu jeder Jahreszeit in Verwendung kommen; das Zelt ist selbstverständlich nur im Sommer als Krankenzimmer zu benützen. Es ist allgemein anerkannt, dass bei Lagerung in Zelten die Wunden besser und schneller heilen, und weniger Wundkrankheiten sich einstellen.

Grössere Städte sollten ständige Spitäler für ansteckende Krankheiten erbauen und dieselben stets in Bereitschaft halten. Wie die Erfahrung lehrt, ist dabei nicht zu befürchten, dass durch das Zusammenlegen ansteckender Kranker der Infectionsstoff gewissermaassen verdichtet und gefährlicher werde, denn die Gefahr der Ansteckung ist für einen Gesunden gleich gross, ob er mit einem oder mit mehreren Kranken zusammenkommt.

Um die Verbreitung der Ansteckungsstoffe im Spitale selbst, und die Verschleppung nach aussen zu verhüten, ist es nothwendig, dass alle Krankenhäuser, welche Infectionskranke in grösserer Zahl

*) Hauska, l. c. 267.

aufnehmen, über eine Desinfectionsanstalt verfügen, in welcher alle inficirten Gegenstände desinficirt werden.

g) Ein Krankenhaus kann nur dann günstige Verhältnisse dem Kranken bieten, wenn darin die peinlichste Reinlichkeit geübt wird. Nur wenn alle Räume, Gänge, Treppen, Aborte u. s. w. fortwährend sauber erhalten werden, bleibt die Luft rein und gesund. Aus den Krankenzimmern müssen die Auswurfsstoffe rasch entfernt werden. Die Nachtstühle sind durch einen hermetischen Verschluss und überdies durch Desodorisation der Excremente geruchlos zu machen. Auch die Aborte sind entweder durch eine genügende Spülung mit Wasser oder durch eine Desinfectionsflüssigkeit zu desodorisiren.

Eine Badeanstalt ist für jedes Krankenhaus ein unabweisliches Bedürfniss. Die Wannen müssen nicht allein fixirte, sondern auch (wenigstens einige) Rollwannen sein, die in's Krankenzimmer gebracht werden können. Die eigentliche Badeanstalt soll in der unmittelbaren Nähe des Spitals oder in einem abgesonderten Theile angelegt sein, jedoch immer durch gedeckte Gänge mit den Krankenräumen in Verbindung stehen und wenn möglich auch römische Dampf- und Douchebäder enthalten. Die Badezimmer müssen bei kalter Witterung geheizt werden und ventilirbar sein.

h) Jeder Kranke braucht ein gutes, bequemes Lager. Bezüglich der Bettstätte fordert Michel Lévy 1 Meter Breite und 2 Meter Länge für Erwachsene. Getheilt ist die Meinung über die Betthöhe; eine grosse ist für den untersuchenden Arzt bequem und erlaubt dem Patienten eine leichtere Umschau; sie ist aber für Schwerkranke beim Verlassen und Ersteigen der Lagerstätte höchst beschwerlich; eine zu niedrige erschwert ebenfalls das Aufstehen des Patienten und auch die Untersuchung des Kranken, da sich der Arzt zu sehr bücken muss. In den meisten Fällen convenirt eine Höhe von 0·6 Meter.

In Krankenhäusern sollten nur eiserne Betten aufgestellt werden, deren Vorzüge im Vergleich zu Holz in grosser Leichtigkeit, Dauerhaftigkeit, Schutz vor Ungeziefer und geringerer Haftbarkeit für Contagien bestehen. Der Bettboden kann durch Anbringung von Metallfedern elastisch gemacht werden, wodurch der Strohsack überflüssig wird. Das Mindeste, was an Betteinrichtung vorhanden sein soll, ist eine Matratze, auf welche ein wasserdichter Stoff (Kautschukzeug oder Wachstuch) und ein weisses Leintuch, ferner ein Kopfpolster mit weissem Ueberzuge, zwei Wolldecken von je 2·2 Meter Länge und 1·5 Meter Breite und 2 bis 2·5 Kilogramm Gewicht, welche im Sommer einzeln, im Winter beide zusammen in einem weissen Ueberzuge stecken. Für jedes Bett muss das Bettzeug doppelt vorhanden sein, damit gewechselt werden kann. Waldwolle, Rosshaar wird zur Füllung der Matratzen in den Spitälern deshalb nicht verwendet, weil es zu theuer ist, eine grosse Haftbarkeit für Contagien aufweist, und nur umständlich gereinigt werden kann. Stroh als Füllmaterial ist nicht warm, raschelt, und bildet Vertiefungen an der Gesässstelle (sogenannte

Kessel). Heu eignet sich wegen des Geruches nicht. Seegras vereinigt grosse Billigkeit mit vollkommener Elasticität und ist deshalb ein geeignetes Füllmittel für Matratzen.

i) Um die Genesung zu fördern empfiehlt sich die Einrichtung eines eigenen Reconvalescentenzimmers und das Vorhandensein eines Gartens. Der Genesende erholt sich schneller in einem Aufenthaltsorte, wo er nicht fortwährend Bilder schweren Leidens und nahen Todes vor Augen hat, wo ihm vielmehr Zerstreuung und Aufheiterung geboten wird. Im Garten dürfen selbstverständlich Ruhebänke nicht fehlen. Sehr wünschenswerth ist, dass eine Bibliothek mit Büchern vorhanden ist, deren Lectüre erheiternd, belehrend und anregend auf den Reconvalescenten einwirkt.

k) Es ist jedenfalls vortheilhaft, wenn das Krankenhaus seine eigene Apotheke, seinen Operationssaal und die nöthigen Räume zur Aufbewahrung der Instrumente und der Verbandgeräthe besitzt. Ferner sind ein genügender Eisvorrath und ein Eiskeller nothwendige Requisiten eines jeden grösseren Spitales.

l) Die Leichenkammer und der Seeirsaal, welche mit einander in Verbindung stehen sollen, sind zweckmässig in einer genügenden Entfernung vom Spital, in einem getrennten Gebäude, mit Berücksichtigung aller hygienischen Anforderungen (S. 327) zu errichten.

Für besondere Kategorien von Kranken sind eigene Heilanstalten zu errichten; Kinderspitäler, Irrenhäuser, Blindeninstitute, Anstalten zur Aufnahme unheilbar Kranker oder durch Alter Gebrechlicher (Siechenhäuser) sind nach den allgemeinen Grundsätzen, die für Krankenhäuser gelten, unter gleichzeitiger Berücksichtigung ihrer besonderen Zwecke zu erbauen und zu verwalten.

Viertes Capitel.

Die Gefangenen.

Der humane Geist der Neuzeit, der die Umgestaltung des Gerichtswesens bewirkte, ist auch auf die Gefängnisse nicht ohne bessernden Einfluss geblieben. Es ist noch nicht lange her, dass man in irrthümlicher Auffassung des Strafzweckes Gefängnisse anlegte, deren Einrichtungen mehr oder weniger auf absichtslose oder bewusste Alteration der Gesundheit der Sträflinge hinausliefen. Durch statistische Aufzeichnungen wurde constatirt, dass in den Gefängnissen nicht nur die Zahl der Kranken weit grösser ist, als unter freien Menschen desselben Alters, sondern dass auch die Sterblichkeit eine 3- bis 5mal höhere ist. Dabei ist zu berücksichtigen, dass viele aus dem Gefängnisse bereits entlassene Individuen bald nach der Erlangung ihrer Freiheit sterben, und zwar an Krankheiten, deren Entstehung in der Einwirkung der früheren Gefangenschaft gesucht werden muss.

Die grösste Sterblichkeit in den Gefängnissen fällt nach allgemeinen Erfahrungen in die ersten drei Haftjahre und zwar ist

es meistens das zweite, welches das Maximum der Mortalität aufweist. Man kann annehmen, dass die Ursachen der Erkrankungen und Todesfälle aus den ersten Monaten der Haftzeit, wenigstens zum Theil auf das Vorleben des Sträflings vor seiner Festnahme zurück zu beziehen sind. Ein grosser Theil der Gefangenen ist mit angeborenen und angeerbten Anlagen zu Krankheiten behaftet; bei einem anderen, noch grösseren Theile haben Entbehrungen und Verwahrlosung in der Kindheit und im späteren Alter Degenerationen und Schwächezustände geschaffen, die sie wie das Proletariat der freien Bevölkerung zu einer reichen Beute aller Krankheiten und aller gesundheitsschädlichen Einwirkungen werden lässt. Noch ein anderer Theil der Verbrecher hat durch Lüderlichkeit, Trunksucht und Ausschweifung seine sonst relativ gute Constitution heruntergebracht und verschlechtert, und der letzte Theil endlich, der meist nicht dem Verbrecherthum, sondern einer besseren Vergangenheit angehört, dieser letzte Theil, der durch die erwähnten Umstände nicht depotencirt ist, wird durch die schweren und niederdrückenden Erlebnisse vor und nach Verübung der verbrecherischen Handlung, durch die Gemüthsaufregung vor und nach der Verurtheilung, geistig und gemüthlich so deprimirt, dass von dieser Sphäre aus eine Art Parese sämmtlicher Lebensverrichtungen entsteht, die den Organismus in hohem Grade schwächt und zu Krankheiten aller Art disponirt.

Die Erkrankungen und Todesfälle, welche gegen das Ende des ersten Haftjahres oder noch später auftreten, sind zum grössten Theil durch das Gefängnissleben einzig und allein verursacht. Die unter dem Einflusse der Haft entstehenden Krankheiten sind in erster Reihe die Schwindsucht und dann die Wassersucht.

Während unter der freien Bevölkerung in den ungünstigsten Fällen 20 Procente aller Sterbefälle durch Schwindsucht verursacht werden, sind es in den Gefängnissen 40, oft auch 80 Procent. Die nach der Phtisis am häufigsten vorkommende Todesursache ist die allgemeine Wassersucht. Während die Phtisis die Gefangenen mehr in den jüngeren Jahren (20—35 Jahre) heimsucht, stellt sich die Wassersucht mehr im späteren Alter (35—50 Jahre) ein. In dem Gefängniss Naugard starben nach Baer eilfmal soviel Sträflinge an der Wassersucht, als bei der Berliner männlichen Bevölkerung.

Infectionskrankheiten treten in allen Gefangenhäusern, deren sanitäre Einrichtungen die Entstehung und Verbreitung von en- und epidemischen Krankheiten nicht zulassen und nicht begünstigen, nicht sehr häufig auf. Wird aber eine ansteckende Krankheit eingeschleppt, oder kommt sie in anderer Art zum Ausbruch, so werden die Gefangenen in erheblich grösserer Anzahl ergriffen und auch in grösserer Zahl weggerafft als in der freien Bevölkerung unter relativ gleichen Verhältnissen. Auch erliegen die Gefangenen acuten fieberhaften Erkrankungen in einem viel

höheren Grade als freie Personen desselben Alters und aus denselben Bevölkerungselassen.

Die Frage, worin diese abnorme Morbilität und Mortalität unter den Gefangenen begründet ist, warum sie so leicht allen en- und epidemisehen Krankheiten erliegen und warum Schwindsucht und andere Inanitionskrankheiten in so auffallender Weise vorherrschen, beantwortet treffend Baer*):

„So sehr die Einzelnbedingungen zur Hervorrufung dieser Thatsaehe und Erschcinungen von einander verschieden sind, so ist doch ihnen allen ein Faetor gemeinsam, der den Grundcharakter zu diesen abnormen Verhältnissen und gleiehzeitig die Erklärung für ihr Vorhandensein abgibt. Dieser Faetor liegt in der Constitution der Gefangenen, einer Constitution, der früher oder später jeder Gefangene nach längerer Strafzeit mehr oder minder anheimfällt, und die wir als frühzeitigen Marasmus oder als Gefängniss-Caehexie bezeiehnen können. Die meisten Gefangenen sehen blass, fahl, sehmutziggelb aus, aufgedunsen oder abgemagert. Sie erscheinen viel älter als sie wirklich sind, sie schleichen stumpf und lass in ihren Aeusserungen und Bewegungen dahin. Das Fettgewebe ist meist geschwunden, die Haut ist runzlich und troeken; die Muskulatur schlaff und spärlich; der Puls klein und langsam. Die Körperwärme ist gesunken; die Extremitäten fühlen sich kalt an, und der Gefangene selbst ist gegen Einwirkung der Kälte ausserordentlich empfindlich. Der Stoffwechsel ist gesunken, und alle Organe haben ihren Tonus, ihre Energie eingebüsst. Es ist eine frühzeitige Deerepidität des ganzen Organismus eingetreten. Es ist selbstverständlich, dass Personen, deren ganze Vitalität so gesunken, deren Lebensenergie auf ein Minimum herabgedrückt ist, allen Krankheitsursachen viel mehr unterworfen sind und ihnen unterliegen, dass die Krankheits- wie Sterblichkeitszahl bei diesen grösser ist als bei Menschen gleichen Alters aus normalen Lebensverhältnissen. Es ist ebenso erklärlich, dass Personen von soleh decrepider Constitution in acuten, fieberhaften Krankheiten nicht so leieht die pathologische Störung bis zum kritischen Ausgleich ertragen und überdauern als Personen, deren Widerstandskraft nicht geschwächt und vermindert ist, ganz so, wie es erklärlieh ist, dass Gefangene unter dem Drueke vieler gesundheitsnachtheiliger Einflüsse von allen en- und epidemisch auftretenden Krankheiten mehr heimgesucht und weggerafft werden als Personen von gleichem Alter aus der freien Bevölkerung."

Das Gefängnissleben wirkt durch mehrfaehe Factoren in verderblieher Weise auf die Vernichtung von Gesundheit und Leben der Gefangenen ein. Vor Allem kommt die schlechte Beschaffenheit der Gefängnissluft und zweitens die mangelhafte oder unrationelle Beköstigung in Betraeht.

*) Baer, Die Gefängnisse, Strafanstalten und Strafsysteme, ihre Einrichtung und Wirkung in hygienischer Beziehung. Berlin. 1871.

Baer, die Morbilität und Mortalität in den Straf- und Gefängnissanstalten. Dtsch. Vierteljahrschrift f. öfftl. Gesundheitspflege 1876. S. 601.

Von schädlichem Einflusse ist aber auch die sitzende Lebensweise, Mangel an körperlicher Uebung und die gedrückte Gemüthsstimmung.

Es ist unmöglich, die gesundheitlich nachtheiligen Folgen der Gefangenschaft gänzlich zu vermeiden; allein der Sträfling hat den unbestrittenen Anspruch, dass die strafvollziehende Gewalt die Verhältnisse seiner Freiheitsstrafe derart gestalte, dass durch sie sein Leben, seine Gesundheit und seine Erwerbsfähigkeit nicht mehr beschädigt werde, als dies nach dem Wesen der Freiheitsstrafe unvermeidlich ist.

Dieser humanen Anschauung bahnte schon im vorigen Jahrhundert der Engländer Howard den Weg. Er forderte, dass der unfreiwillige Aufenthaltsort eines Häftlings hinsichtlich des Luftraumes und Luftwechsels, der Beleuchtung und Beheizung, der Bekleidung und Ernährung den Anforderungen der Hygiene entsprechend gehalten werde. Geraume Zeit hat es allerdings noch gedauert, bis auch nur annähernd das erreicht wurde, was Howard als Reform für nothwendig erachtete.

Die Gefängnisse der früheren Zeit waren in einem grauenhaften Zustande, wie dies in einer Zeit, wo die Tortur noch als nothwendiger Behelf der Rechtspflege galt, nicht anders zu erwarten war. Unter dem Eindrucke der Howard'schen Mahnungen ging man an die Assanirung der Gefangenhäuser, beseitigte eine Reihe von Uebelständen und ordnete an, dass jede Zelle trocken, reinlich und mit Luft und Licht hinlänglich versehen sei.

Thatsächlich ist bezüglich der Gefängnisse allmälig Vieles besser geworden, aber es bleibt auch jetzt noch Manches zu thun übrig. Den Anforderungen der Hygiene entsprechen selbst gegenwärtig noch viele Gefängnisse gar nicht oder nur sehr ungenügend, namentlich nicht die Mehrzahl der Militärgefängnisse (Möllersdorf!) und die Arreste der Gemeinden und niederen Gerichte, in denen Untersuchungsgefangene und die zu leichten Freiheitsstrafen Verurtheilten detinirt werden. Da es Pflicht des Staates ist, zu sorgen, dass kein Sträfling mehr Schaden an seiner Gesundheit leide, als die Entziehung der Freiheit überhaupt einmal mit sich bringt, so obliegt ihm umsomehr Anstalten zu treffen, dass der Untersuchungsgefangene auch nicht die geringste Einbusse an seiner Gesundheit erleide. Die grössere Mehrzahl der betreffenden Arresthäuser bietet dafür keine Gewähr, weder in Hinsicht auf die Salubrität der Räume, noch in Beziehung auf die Beköstigung und auf die Verpflegung in etwaigen Krankheitsfällen.

Nach der jetzt maassgebend gewordenen Ansicht dürften neu zu errichtende Gefangenhäuser nur für die Isolirhaft, also als Zellengefängnisse eingerichtet werden, weil man vom kriminalistischen Standpunkt die Isolirhaft gegenüber gemeinschaftlicher Haft befürwortet. Die Isolirung soll verhüten, dass die Gefängnisse Verbrecher-Fortbildungsschulen für jugendliche oder überhaupt noch nicht vollendete Verbrecher werden, sie soll weiter die Gefahren der Zuchthausbekanntschaften für das spätere Leben der Gefangenen fernhalten, und durch energische Abschreckung mittelst der grösseren

Schwere der Strafe die Gefangenen vor späteren Verbrechen abhalten. Auch nimmt man an, dass die Isolirung dem Standpunkte gebildeter Gefangenen besser als die Gemeinschaft entspreche, dass sie Meutereien leichter verhüte und zu Disciplinarstrafen weniger Anlass gebe.

Die Isolirhaft wird in verschiedener Ausdehnung angewendet. Das Auburn'sche Haftsystem, so genannt, weil es in der nordamerikanischen Stadt Auburn zuerst in Einführung kam, hält die Sträflinge in der Nacht von einander in besonderen Schlafzellen getrennt, und lässt sie am Tage unter dem strengsten Gebote des Stillschweigens in gemeinsamen Arbeitsräumen. Jede Verständigung der Sträflinge unter einander durch Sprache, Zeichen oder Geberden bestraft augenblicklich der Aufseher durch Peitschenhiebe. Das Schweiggebot erzeugt bei dem einen Theil der Sträflinge das Gefühl der Erbitterung, des Hasses, bei dem andern steigert es nur die Sucht nach heimlichen und versteckten Verständigungszeichen, es spornt sie nur an, die strenge Aufsicht auf ihre Art zu hintergehen, zu überlisten. Diese Gefangenen leben in einem Zustande fortwährender Aufregung, Gereiztheit, gespannter Aufmerksamkeit; List, Tücke und Verstellung werden gross gezogen.

Das Classificationssystem erlaubt den ihrem Betragen nach in Classen getheilten Sträflingen immer nur in ihrer Classe unter einander zu verkehren und ermöglicht denselben auf Grund ihrer besseren Conduite in die höheren Classen versetzt zu werden.

Das System nur bei Nacht in Zellen, bei Tage aber durch Schweigen zu isoliren, hat sich nicht bewährt, und das System der Classification ist sehr schwer durchführbar. Man hat deshalb die absolute Isolirung der Gefangenen in Zellen eingeführt. Diesem Haftsystem wirft man vor, dass es zu Verdummung, Wahnsinn und Selbstmord führe. Diese Behauptung ist aber bis jetzt mehr eine aprioristische Annahme als eine bewiesene Erfahrungsthatsache. Denn die Statistik hat bis jetzt keine Daten geliefert, auf Grund welcher die obigen Einwendungen begründet erscheinen. Zudem wird die Isolirhaft in der Regel sehr gemildert. Man nimmt Rücksicht auf Lebensalter, Individualität, und versetzt solche Personen, welche die Isolirhaft durchaus nicht vertragen können, ohne irre oder krank zu werden, in gemeinsame Haft.

Die sanitären Verhältnisse gestalten sich ebenfalls beim Zellensystem am günstigsten, und zwar sowohl im Vergleich zu den übrigen Isolirgefängnissen, als auch in Beziehung zu den Anstalten mit gemeinsamer Haft.

Die Zellengefängnisse sind als neuere Bauten nunmehr an sumpffreien Orten, in gesunden Gegenden angelegt; ihre Heizungs-, Abtritts-, Trinkwasserverhältnisse u. s. w. sind genügend geregelt; die Luft in den Zellen ist niemals so sehr verdorben, wie die in den Schlafsälen und in dem Arbeitsraum der meisten Gefängnisse mit gemeinsamer Haft.

Die neuen Zellengefängnisse in Frankreich sind nach dem Radialsystem angelegt, d. h. alle Gebäude convergiren nach einer centralen Warte, von wo ab der Director und die Aufseher einen allgemeinen Ueberblick gewinnen können (panoptisches System). Die in jüngster Zeit in Deutschland, England, Belgien u. s. w. erbauten Gefängnisse haben theils die Hufeisenform, theils die Form eines lateinischen T oder H. Diese Plananlage begünstigt Zutritt von Luft und Licht. Vom hygienischen Standpunkt wird gefordert, dass die Einzelnzellen mindestens 2·25 Meter breit, 4 Meter lang und 3 Meter hoch sind, so dass sie 27 Cubikmeter Luftraum gewähren; die Glasfläche der Fenster soll mindestens Einen Quadratmeter betragen.

Jede Zelle in den neueren deutschen Gefängnissen hat eine Bettstelle von Eisen, zum Aufklappen eingerichtet, mit Strohsack, Matratze, wollener Decke und den nöthigen Leintüchern. Ausserdem enthält die Zelle einen Tisch, einen Stuhl mit Lehne, eine Waschschüssel von Zinn, eine Essschüssel, einen Wasserkrug und einen Wandschrank. Neben dem Bett befindet sich ein electromagnetischer Signalapparat.

Der Gefangene wird verhalten, die Zelle in strengster Sauberkeit zu erhalten. Zur Reinhaltung des Körpers erhält der Gefangene in den belgischen Anstalten wöchentlich ein Fussbad, monatlich ein Vollbad; die Leibwäsche wird wöchentlich, die Bettwäsche monatlich gewechselt.

Für die Gefängnisse mit Einzelnhaft wählt man gewöhnlich eine Centralheizung, bald Luft-, bald Wasserheizung, bald beide vereint. Die Ventilation wird im Winter durch die Centralheizung, im Sommer durch die Fenster der Zellen besorgt.

Da bei der Isolirhaft der Gefangene alle Bedürfnisse in seiner Zelle verrichten muss, so ist die Aufstellung eines Abortes in der Zelle selbst nothwendig. Diese Anlagen hat man, um jeden Fäcalgeruch zu vermeiden, in verschiedenen Gefängnissen verschiedenartig hergestellt. Meist ist das sogenannte Portativsystem mit Drehvorrichtung in Gebrauch. In Moabit befindet sich in der Wand ein hermetisch verschliessbarer Nachtstuhl zur Aufnahme der Excremente, welcher vom Corridor aus zu entfernen ist. Unter dem Nachtstuhl ist ein Dunstrohr angebracht, welches von da bis in einen mit dem Rauchfang communicirenden Evacuationscanal fortläuft. Das Nachtgeschirr ist ein gusseiserner, innen emaillirter Deckeltopf, der behufs der Reinigung täglich einmal durch einen Sträfling entleert und gesäubert wird. Die Fäcalien werden entweder Senkgruben übergeben oder gehen durch Canäle ab, wo diese vorhanden sind.

Bezüglich der Gefangenkost stellte Voit*) den Grundsatz auf, dass bleibende Schädigungen am Körper und an der Gesundheit abgewendet und dem Gefangenen nach Abbüssung seiner Strafe die Möglichkeit bleibt, sich körperlich wieder herzustellen. In allen

*) Voit, Untersuchung der Kost 1877. S. 156.

Gefängnissen, wo dieses Prineip zur Anwendung gekommen ist, haben sich die Gesundheitsverhältnisse auffallend gebessert.

Die Kost der Gefangenen ist erst seit wenigen Jahren im Allgemeinen eine mehr rationelle geworden. Man hielt lange an der Meinung fest, dass der Gefangene vor Allem so billig als nur irgend denkbar unterhalten werden solle und dass zu der Summe von Entbehrungen und Strafmitteln auch eine knappe, keineswegs gute, sondern schlechte Beköstigung gehöre. Der Gefangene dürfe keine Freude, keinen Genuss an seiner Kost haben, weil er sonst zu leicht rückfällig werden könne. So war es denn schwarzes, schweres Kleienbrot und die billigen, oft verdorbenen Vegetabilien, als Kartoffeln, Rüben, Mehl und Erbsen, welche dem Gefangenen gereicht wurden. Die Wirkung dieser armseligen Beköstigung zeigte sich überall darin, dass die meisten Sträflinge früher oder später in einen Zustand von Erschöpfung, des allmäligen Verhungerns verfielen und dass die Sterblichkeit jene abnorme Höhe erreichte, die oben in Zahlen zum Ausdruck kam.

Voit unterscheidet bei der Beköstigung der Gefangenen mit vollem Recht, ob diese eine Arbeit zu leisten haben oder nicht und wie lange die Strafe andauert. Der nicht arbeitende Gefangene braucht keinen eiweissreichen und muskelstarken Körper, er braucht daher in seiner Kost wenig Eiweiss, aber nicht so wenig, dass sein Körper fort und fort Eiweiss verliert und späterhin ein völliger Ersatz nicht mehr möglich wird. Bei kurzer Haft ist der Schaden gering, besonders wenn wenigstens genügend stickstofffreie Substanzen zugeführt werden, so dass der Fettstand nicht geändert wird. Während bei einem fettreichen Körper die Eiweissabgabe geringer ist und deshalb z. B. bei starker Fettzufuhr länger vertragen wird, fällt hingegen bei zu geringem Fettvorrath des Körpers das Eiweiss in sehr grosser Menge der Zerstörung anheim. Bei längerer Haft und dauernder Abmagerung an Eiweiss geschieht eine Restitution nur mehr sehr schwer, die normalen Lebenserscheinungen sind dann nicht mehr möglich und es treten tiefe Erkrankungen auf.

Wenn der Gefangene arbeitet, müssen ihm mehr Eiweiss und mehr stickstofffreie Stoffe gegeben werden, und zwar von ersterem so viel, dass der für die entsprechende Arbeit nöthige Muskelstand unterhalten bleibt und von letzterem, dass der Körper kein Fett verliert. Voit verlangt daher für arbeitende männliche Gefangene 118 Gramm Eiweiss, 56 Fett und 500 Stärkemehl, für nicht arbeitende männliche Gefangene 85 Gramm Eiweiss, 30 Fett und 300 Stärkemehl. Es ist aber darauf zu sehen, dass diese Nahrungsstoffe in einer Form gegeben werden, welche der Darm auszunützen vermag. Da der Gefangene gar keine Wahl in seiner Nahrung hat und essen muss, was ihm vorgesetzt wird, so ist umsomehr ein gewisser Wechsel der Nahrungsmittel und Schmackhaftigkeit der Speisen erforderlich. Ueber die Nothwendigkeit einer Fleischzugabe zur Gefangenenkost ist man heute überall einig.

Wird die Arbeit mit der Zutheilung der entsprechenden Nahrung verbunden, so übt sie meist einen wohlthätigen Einfluss auf den

Gefangenen aus, besonders wenn die Wahl derselben nach den individuellen Neigungen, Fähigkeiten und körperlichen Verhältnissen des Sträflings getroffen wurde. Arbeiten, die durch mechanische Schädlichkeiten der Gesundheit nachtheilig sind, sind auszuschliessen. Nur Ueberbürdung mit Arbeit oder harter Zwang zu anstrengender Beschäftigung schwächt den Körper und führt schliesslich zur völligen Entkräftung des Organismus. Sehr nachtheilig erweist sich völlige Beschäftigungslosigkeit, deren Folgen meist Stumpfsinn oder Ueberspannung der Gehirnthätigkeit sind. Mitunter werden die Sträflinge mit landwirthschaftlichen Arbeiten beschäftigt. Das Strafhaus in Göllersdorf lässt eine das Gefängniss umgebende Fläche von zehn bis zwölf Joch von den Sträflingen bearbeiten, um Gemüse und Gartenproducte zu erzeugen. Die Beschäftigung im Freien fördert ausnehmend den Gesundheitszustand und auch das sittliche Leben des Sträflings. Die Einwirkung der freien Luft, der erheiternde Anblick der Natur, die meist gleichmässig über den Körper vertheilte Muskelaction schaffen bessere Verdauung und besseren Schlaf.

Dieser günstige Einfluss tritt aber nur dann ein, wenn der Gefangene entsprechend genährt und gekleidet wird. Wenn Gefangene, welche seit Jahren durch den fast beständigen Aufenthalt in geschlossenen, überfüllten Räumen und durch ungenügende oder unzweckmässige Nahrung erschöpft sind, mit Arbeiten in frischer Luft beschäftigt werden, so erkranken sie in weit grösserer Zahl als während des ununterbrochenen Gefängnissaufenthaltes. Wenn dagegen den Gefangenen von Anfang der Haft gute Luft und ausreichende Kost gewährt und sie wenigstens zeitweilig im Freien beschäftigt werden, dann bleibt der Erfolg nicht aus. Geistige Beschäftigung bieten Schulen, Kirchen und Bibliotheken. Von Büchern sind jene auszuwählen, welche für die Fortbildung des Sträflings geeignet sind.

Bezüglich der Disciplinarstrafen fordert die Hygiene, dass durch dieselben die Gesundheit nicht geschädigt werde. Duecpetieaux fordert im Interesse der Humanität: Beseitigung jeder leiblichen Strafe, Bestrafung der Faulheit durch Ausschluss von der Arbeit, der Unaufmerksamkeit in der Schule durch Ausschluss vom Unterricht, der Revolte und Rechtsverletzung durch Einsperren in dunkle Zelle. Die Kostentziehung muss nur nach der Individualität bestimmt werden und darf ein gewisses Maass nicht überschreiten.

Es ist sehr zu wünschen, dass der aus der Haft Entlassene baldmöglichst der Arbeit und dem Erwerbe zugeführt werde, um wieder als ein nützliches Mitglied der menschlichen Gesellschaft Aufnahme zu finden. Leider wird der in Freiheit gesetzte Sträfling gar oft mit Scheu oder mit scheelen Augen betrachtet, und wenn er Beschäftigung sucht, zurückgewiesen. Unter solchen Umständen und in solcher Lage kann er nur allzuleicht rückfällig werden. Diesem noch ziemlich allgemein verbreiteten Vorurtheil entgegenzuwirken, ist Aufgabe humanitärer Vereine, deren Thätigkeit wiederum auf die Mitwirkung des Staates und der öffentlichen Wohlthätigkeit angewiesen ist.

Register.

	Seite
Abdeckereien	724
Abfallstoffe	284
Abkühlung	231
Ackerboden	252
Aeroskop	138
Agrostemma Githago	411, 424
Alaun als Backpulver	432
Alaun als Desinfectionsmittel	549, 550
Alaungerberei	738
Alaun-Industrie	625
Alcurometer	417
Algen	86
Alluvialboden	251
Aluminium	624
Ammoniak im Wasser	33
— im Boden	121, 273
Ammoniak-Industrie	645
Anemometer	141
Anemoskop	142
Anilinfarben	687
Anilinöl	687
Anis	471
Anquillula tritici	410
Anthracosis	581
Antimon	614
Anzeigepflicht der Aerzte	533
Apion frumentarium	409
Appert's Conservirungsmethode	367
Arak	518
Arbeit, staubende	580
Arbeitszeit	578
Arbeit der Gefangenen	797
Arbeiter-Hygiene	576
Arbeiterwohnungen	585
Arsen-Industrie	611
Aspergillus glaucus	433
Aspiration	168
Atmometer	111
Auburn'sches Haftsystem	794
Aufbereitung	590

	Seite
Backpulver	430
Bacterien	132
Badeanstalten	233
Bäder	233, 583
Barometer	144
Barytweiss	620
Bau-Hygiene	180
Baumaterialien	156, 195
Baumwolle	202
Baumwoll-Industrie	696
Beerdigungsplätze	314
Beleuchtung, künstliche	237
Beleuchtungsmittel	239
Benzol	548, 686
Bergwerke	586
Berieselung	309
Berlinerblau	622
Bett	789
Bier	475
Bieraussehank	483
Biererzeugung	475
Bier-Extractgehalt	487
Biererzeugung, Surrogate	479
Bierpression	483
Bier-Untersuchung	475, 485
Bittermandelöl	439, 518
Blattern	542, 553
Blei	604
Bleiche	652, 659, 706
Bleiglätte	605
Bleiweiss	606
Bleizucker	609
Blutlaugensalz	621
Boden	247, 280
Bodengase	257, 273
Bodentemperatur	275
Boland's, Mehlprobe	417
Bordelle	562
Borsten	742
Bouterollen	361

	Seite
Brand	407
Branntwein als Genussmittel	517
Branntweinfabrication	720
Brauerei	723
Brechweinstein	615
Bremerblau	611
Bremergrün	611
Brennmaterialien	204
Bronziren	600
Brot	427
Brotfehler	431
Brunnen, Artesische	44
Brunnenwasser	8, 43
Bunsen'sche Wassersaugpumpe	733
Butter	393
Butterconservirung	394
Butterfälschungen	396
Cabirol'sches Tauchergewand	583
Cacao	461
Calomel	618
Canalflüssigkeit	304
Canalgase	303
Canalsystem	300
Canalventilation	303
Canalwasser-Filtration	308
Caolin	631
Carbolsäure als Desinfectionsmittel	546
Carbolsäure-Fabriken	691
Carne secca	365
Cement	633
Centralheizung	218
Centrifugalmaschinen	584
Chalicosis	581
Chlor	69
Chlor als Desinfectionsmittel	545
Chlorbleiche	651
Chlor-Industrie	648
Chlorkalk als Desinfectionsmittel	545
Chlorzink als Desinfectionsmittel	550
Chlorkalkerzeugung	649
Cholera	256, 539, 553
Chromgelb	609
Chromorange	609
Cisticercus cell.	353
Classificationshaftsystem	795
Closet	305
Coaksthurm	662
Cognac	518
Colmatage	281
Colostrum	374
Concessionsverfahren	573
Condensationskammern	596
Conditorwaaren	439
Conservirung der Gemüse und des Obstes	444
Contagium	529
Controle der Nahrungsmittel	338
Corridorsystem	786
Cottagehäuser	183
Cremometer	383
Culturboden	251
Cyankalium	623
Dampfheizung	227
Dampfkessel	584
Dampfkesselheizung	670
Därme	744
Davy'sche Sicherheitslampe	589
Desinfection	539
Desinfection nach Müller-Schür	294
Desinfectionsmittel	543
Desinfection der Excremente	552
Desinfection der Kleider	552
Desinfection der Leichen	551
Desinfection der Räume	551
Desinfection der Wäsche	552
Desodorisation	548
Diphtheritis	541
Disciplinarstrafen	797
Drainage	281, 302
Druckereien	700
Düngerfabriken	746
Dynamit	759
Ehe	765
Eier	402
Eiweiss	329, 331
Einzelngrab	320
Eisen	620
Eisenvitriol als Desinfectionsmittel	549
Eiserzeugungsmaschine	232
Elaidinprobe	445
Emailliren	603
Entozoen der Schlachtthiere	352
Epidemien	532
Erbsenmehl	422
Ernährungsweise	333
Essensweise	336
Essgeschirre	340
Essig	521
Essig, Untersuchung des	521
Exhaustor	675
Explosionsgase	756
Fabriks-Inspectoren	574
Färbereien	700, 707
Fäuluiss	135, 312
Federn	743
Fenchel	471
Fenster	158, 196
Feser's Lactoskop	387
Fette	332, 402
Feuerherd	207
Filzfabrication	742
Findelhäuser	770
Findlinge	769
Finnen	353
Firnisse	709
Firstventilation	158
Fischfleisch	347
Flachsrotte	695
Flammofen	591, 593
Fleckisicher Ofen	730

Seite

Fleisch 343
Fleisch in Büchsen 366
Fleisch, conservirtes 364
Fleischconservirung 364
Fleischdünsten 364
Fleischfehler 350
Fleischkochen 362
Fleischmarkt 368
Fleischräuchern 366
Fleischverkauf 368
Fleischzubereitung 362
Flusswasser 12, 46
Frauenarbeit 579
Fröbel's Kindergarten 773
Fruchtsäfte 439
Fuselöl 519, 721

Gährung 477, 496
Galvanokaustik 601, 623
Gasanalyse 123
Gaskalk 677, 739
Gasuhr 680
Gaswasser 646
Gay Lussac'scher Thurm 662
Gebärende 761
Gebärhäuser 768
Gefangene 790
Gefangenenkost 795
Gefängnisse 184, 791
Gefängnisscachexie 792
Gegengift 583
Gemüse 443
Geniekstich 361
Genteles Grün 611
Genussmittel 448
Gerberei 738
Gerste 421
Gesteine, elastische 247
Getreide 402
Getreidesamenfresser 409
Getreidesamenstecher 409
Gewerbegesetzgebung 572
Gewerbe-Hygiene 571
Gewürze 464
Gichtgase 598
Giftstaub 582
Glasfabrication 634
Glaubersalz 641
Glycerin 481
Glycerinfabrication 754
Glycerinschwefelsäure 753
Gräber 313, 320
Gräberwasser 319
Granit 250
Grundwasser 255, 268, 316
Grundwasser, Untersuchung des . 268
Grünspan 610
Gyps 634

Hadern 703
Hafermehl 421
Haftsystem 793

Seite

Hallymeter 489
Hammelfleisch 346
Hanf 201
Hanfrotte 695
Harze 710
Häuserhöhe 182
Hefe 429, 477
Hehner's Fettbestimmung . . . 399
Heisswasserheizung 230
Heizanlagen 207
Heizkammer 220
Heizraum 207
Heizung 203
Heusner's Milchspiegel 389
Hitze als Desinfectionsmittel . . 544
Hochebenen 250
Hochofen 592
Holländer 706
Holzpapierstoff 705
Honig 438
Hopfensurrogate 493
Horn 744
Hörner 743
Horsford's Backpulver 430
Hufe 743
Hülsenfrüchte 435
Humus 279
Hüttenrauch 594
Hygrometrie 107

Impfung 554
Infectionskrankheiten 522
Infectionsstoffe 137
Infusorien 87
Ingwer 471
Inoculation 554
Intermittens 261
Jod-Industrie 653
Isolirhaft 793
Jute 202

Kaffee 451
Kaffeesurrogate 456
Kaffee-Untersuchung 454
Kalbfleisch 347
Kalium chloricum 651
Kalk im Wasser 66
Kalkbrennereien 632
Kalk, hydraulischer 633
Kalk-Industrie 631
Kalkofen 632
Kalk, carbolsaurer, als Desinfections-
mittel 547
Kalk als Desinfectionsmittel . 547, 549
Kaminheizung 209
Kaninchenfleisch 345
Kartoffeln 440
Kartoffelmaische 721
Kartoffelmehl 421
Kartoffel-Untersuchung 442
Käse 401
Kasslergelb 610

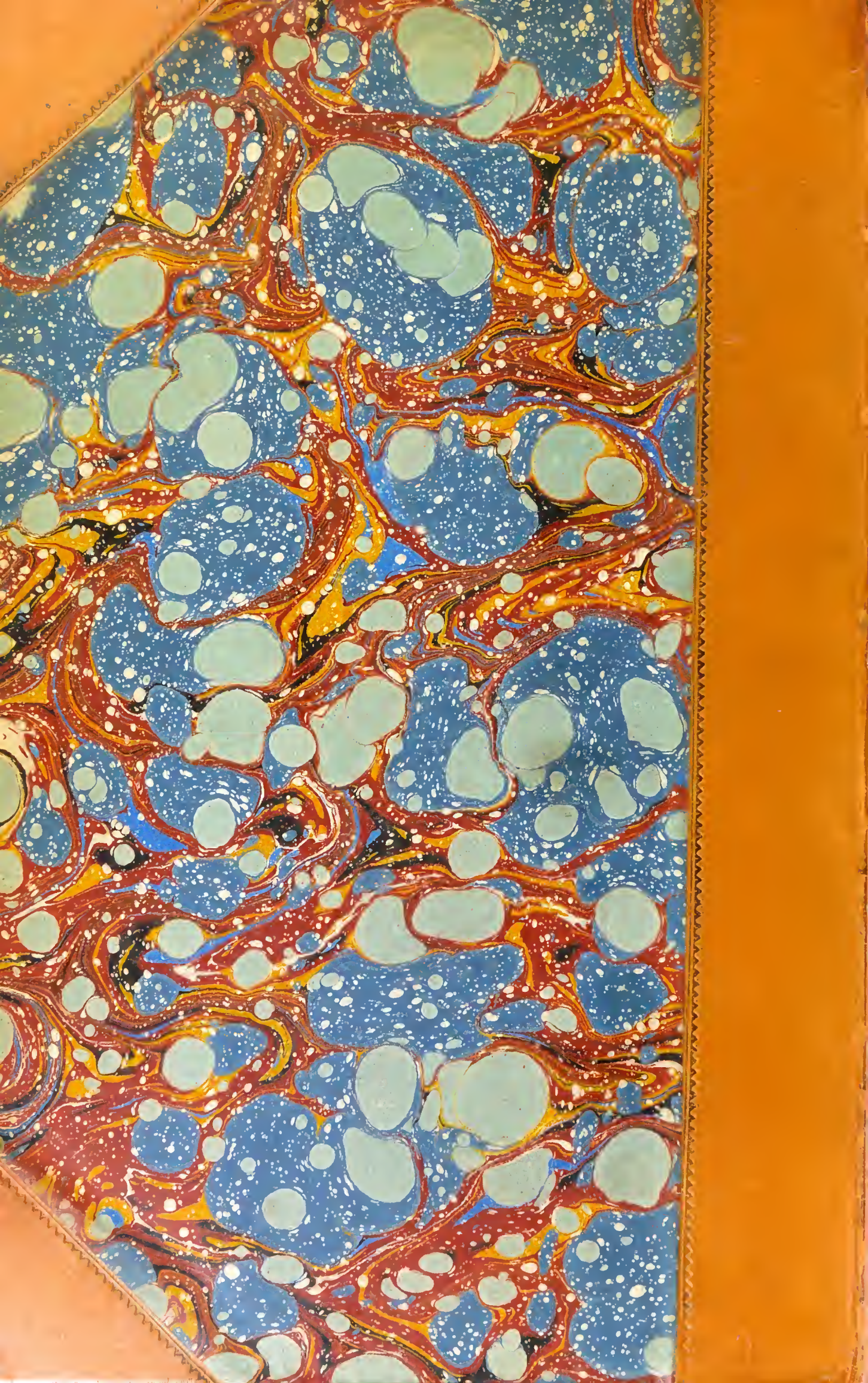
	Seite
Kautschuk-Industrie	711
Kinderarbeit	579
Kinderernährung	335
Kindergarten	773
Kirschbranntwein	518
Kleidung	197
Klima	188
Knallquecksilber	762
Knallsilber	762
Knochendünger	728
Knochen-Industrie	726
Knochenkohle	729
Knochenleim	727
Knochensieden	728
Kobalt	623
Kochsalz	448
Kochsalzgewinnung	637
Kohle als Desinfectionsmittel	549
Kohle als Heizmaterial	670
Kohlenhydrate	332
Kohlenoxyd	125, 215
Kohlensäure im Boden	274
— in der Luft	71, 112, 148
Kornbrand	407
Kornrade	411, 424
Kornwurm	410
Körper, explosive	692, 755
Kost in öffentlichen Anstalten	337
Köttstorfers Butterprüfungsmethode	400
Kranke	784
Krankenanstalten	184
Krankenhäuser	784
Krankenwärter	787
Krebsfleisch	347
Kreideboden	250
Kreosot	548
Krocker's Milchglocken	386
Küchenwesen	340
Kuhpockenlymphe	558
Kümmel	471
Kunstbutter	396
Kupfer	610
Kurzsichtigkeit	774
Lactobutyrometer	390
Lactoskop von Feser	387
Laming'sche Masse	676
Lammfleisch	347
Laugen	750
Lehm	250
Lehrzimmer	781
Leichenbestattung	311
Leichenhallen	327
Leichensarg	319
Leichentransport	327
Leichenschau	326
Leichenverbrennung	322
Leimfabrication	744
Leimgut	745
Leinwand	201
Leptomitus lacteus	717
Leuchtgas	129, 239
Leuchtgasfabrication	673
Leuchtstoffe	239
Licht	234
Licht in der Schule	779
Lichtstärke	240
Liernur'sches System	292
Linsenmehl	422
Localheizung	205
Lolium temulentum	411, 426
Luft	92
Luftbefeuchtungsrädchen	226
Luftbewegung	139
Luftcubus	153
Luftdruck	143
Luftfeuchtigkeit	102, 107, 119
Luftgeschwindigkeit	141
Luftheizung	220
Luftraum	153
Luftstaub	129
Lufttemperatur	188
Luftverderbniss	146
Luftverunreinigungen	121
Lungenseuche	352
Lymphe, animale	558
Magnesia	67
Malaria	261
Malz	475
Malzsurrogate	479
Mantelöfen	170
Maschinenbetrieb	583
Masern	542, 553
Massengräber	320
Massicot	605
Mauerventilation	154
Mehl	413
Mehlfälschung	419
Mehlmilbe	415
Melasse	436, 714
Melasseverarbeitung	719
Melkung	371
Menninge	606
Mergel	250
Meteorwasser	7
Miasma	529
Mikroorganismen	525
Milch	369
Milch-Aufbewahrung	373
Milch, Blauwerden der	373
Milchconservirung	375
Milchcontrole	375
Milchfälschung	375, 379
Milch-Fettbestimmung	383, 387
Milchkügelchen	374
Milchspiegel	389
Milchuntersuchung	378
Milchverkaufsläden	337
Milchwage von Quevenne	380
Milchwirthschaften	377
Militärgefängnisse	793
Milzbrand des Menschen	567
— der Schlachtthiere	351

	Seite
Minenkrankheit	757
Minimetrisches Verfahren	116
Mischkammer	221
Mitisgrün	612
Monaden	88
Montan-Industrie	586
Morbilität der Gefängnisse	791
Morgan's Fleischconservirung	366
Mortalität der Gefängnisse	791
Mortalität der Krankenhäuser	785
Moulei'sches System	299
Muskatnuss	469
Muskelfasern	343
Mutterkorn	407, 422
Myopie	774
Nachkommenschaft	765
Nahrung	329
Nahrungsbedürfniss	332
Nahrungsmittel	330
Nahrungsstoffe	330
Naphtalinfarben	693
Neapelgelb	610
Nelken	469
Natron, arsensaures	612
Neubauten	164
Nickel	623
Nitrobenzol in Nahrungsmitteln	518, 439
Nitrobenzol-Industrie	686
Nitroglycerin	759
Normalkerze	245
Obst	443
Ochsenfleisch	348
Oelgerberei	738
Oel-Industrie	707
Oel-Lackfirniss	710
Ofenheizung	209
Olivenöl	444
Operment	614
Organismen	131
Ozon	101
Papier-Industrie	703
Paprika	466
Pasteten	464
Pastenrisiren	482
Pavillonsystem	787
Pemmican	365
Perlsucht der Milchthiere	372
— der Schlachthiere	351
Penicillium glaucum	433
Pest	539
Petri's Tonnen	296
Petroleum	683
Pfeffer	465
Pfeffer, spanischer	466
Pferdefleisch	345
Pferdepockenlymphe	560
Pflanzenfette	444
Pflanzenkost	334
Phosphor als Gift	736
Phosphor, rother	736
Phosphor-Industrie	730
Phosphornekrose	734
Photometrie	240
Pikrinsäure	692
Pilze	132
Pilze, essbare	446
Piment	466
Plomb	290
Pocken	542, 553
Pökelfleisch	366
Porosität der Baumaterialien	154
— des Bodens	264, 318
Porzellanfabrication	629
Prostitution	561
Prüfung der Kost	337
Psychrometer	110
Pulsion	175
Pyrite	655
Quarantänen	536
Quecksilber	601, 615
Quecksilberchlorid	618
Quellwasser	8
Quellwasserversorgung	38
Raden	423
Radialsystem bei Gefängnissen	795
Raffinadmelasse	436
Rauchverzehrer	671
Realgar	614
Reconvalescenten	790
Regenmenge	36
Regenwasser	7, 36
Regenwasserversorgung	36
Reinigung des Wassers	47
Reismehl	421
Respiratoren	582
Retrovaccination	560
Revaccination	560
Rinderpest	352
Rindfleisch	346
Rohschwefel	655
Rosolsäure	692
Rost	407
Rothgerberei	738
Rothlauf	352
Rotz des Menschen	569
— der Schlachthiere	351
Rückgratsverkrümmung	775
Russfabrication	672
Safran	471
Salicylsäure	493
Salleron's Lactobutyrometer	392
Salpetersäure	33, 121
Salpetersäure-Erzeugung	667
Salzfleisch	366
Salzsäure	640
Sandsteine	248
Sarg	319
Sauerstoff im Boden	275

	Seite
Sauerstoff in der Luft	94
Säure, salpetrige	33, 121
Säure, salpetrige, als Desinfectionsmittel	546
Säure, schweflige	658
Säure, schweflige, als Desinfectionsmittel	545
Schachtofen	591
Schaffleisch	346
Scharlach	542, 553
Schiessbaumwolle	758
Schiesspulver	756
Schlachthaus	368, 723
Schlachtthiere	349
Schlachtung	360
Schlafzimmer	204
Schlempe	719, 721
Schmiedearbeit	598
Schmierbrand	407
Schornstein	207
Schulbank	776
Schulhaus	780
Schulen	184
Schulkind	772
Schulkrankheiten	773
Schulunterricht	783
Schwämme	446
Schwangere	767
Schweinfurtergrün	612
Schwefelblumen	656
Schwefel-Industrie	654
Schwefelkies	654
Schwefelkohlenstoff	664, 708, 711
Schwefelregeneration	644
Schwefelsäurefabrication	659
Schwefelsaure Salze	33
Schwefelwasserstoff	664, 666
Schwefelwasserstoff im Boden	274
Scrubber	673
Sedimentgesteine	247
Seide	202
Seidenfabriken	696
Seifen	749
Seifenfabrication	748
Selbstreinigung der Flüsse	13
Senf	474
Senkgruben	284
Siccative	709
Siderosis	581
Siemen's Leichenverbrennungsofen	323
Siphon	288, 307
Sitophilus granarius	409
Skoliosis	775
Skorbut	36
Smalte	624
Sodaäscher	642
Sodafabrication	638
Sonnenlicht	235
Sonnenstich	193
Sommerventilation	224
Soxhlet's Fettextractions-Apparat	379
Spiegelfabrication	616
Spinnereien	698
Spiritus-Raffinerien	720
Spitäler	784
Spitzbrand	407
Stärkefabriken	722
Staub	130
Staubinhalation	580
Stearinfabrication	751
Steinzeug-Erzeugung	629
Stickstoff	94
Stickstoffbestimmung	277
Strassenbreite	182
Strohpapierstoff	705
Sublimat als Desinfectionsmittel	544
Substanzen, organische	28, 80
Sümpfe	280
Sumpfwasser	9
Superphosphat	728
Suvernisches Verfahren	296
Syphilis	543, 561
Syrup	435
Tabak	463
Tageslicht	235
Talg	743
Talgschmelzen	747
Taumellolch	411, 426
Terpentinöl	735
Thäler	249
Thee	457
Theerfarben	693
Theergewinnung	682
Thermochemisches Verfahren	726
Thermometer	189
Thierhaare	741
Thierkrankheiten	563
Thongestein	248
Thon-Industrie	626
Thüren	158
Thymol	548
Tinea granella	410
Todtenbeschau	326
Tonnensystem	293
Topfwaarenerzeugung	628
Torno	770
Trapp	250
Treppen	780
Trichinen	355
Trinkwasser	22
Trockenerdesystem nach Moule	299
Trockenfleisch	365
Trommerische Reaction	437
Tuberculose	106, 263
Turnschule	783
Typhus	256, 539, 553
Ultramarin	625
Ungeziefervertilgung	736
Unterricht	783
Untersuchung der Butter	395
Untersuchung des Mehles	415
Untersuchung der Milch	378

	Seite
Untersuchung des Thees	457
Vanille	474
Ventilation . 153, 164, 223, 229,	231
Ventilationsbedarf	150
Ventilationseffect	179
Ventilatoren	584
Verbrennungsproducte	206
Verwesungsfrist	320
Vergolden	601
Verhüttung	591
Versilbern	601
Verwesung 135,	312
Verzinken	602
Verzinnen	602
Wachstuchfabriken	711
Wandfeuchtigkeit 161,	165
Wärme	186
Wärme-Effect	205
Wärme-Einheit	205
Warmwasserheizung	228
Wasserbedarf	21
Wasser-Filtration	50
Wasser, Härte des	28
Wasserheizung	259
Wasserleitung	23
Wasser, Temperatur des	24
Wasser, Untersuchung des	56
Wasserverschlüsse	305
Wasserversorgung	35
Webereien	698
Wechselfieber	261
Wein	495
Weine, chaptalisirte	503
Weinextract 500,	508
Wein, Fuchsin in demselben	516
Weingährung	496
Weine, gallisirte	503
Weingewinnung	495
Wein-Klären	501
Weine, petiotisirte	503
Wein-Säuregehalt	511
Wein-Schönen	501
Wein, Schwefeln 502,	515
Weinuntersuchung	508
Weingeistfirniss	711
Weizen 404,	412
Weizenälchen	410
Weizenstärke	421
Wetter, schlagendes	589
Wicken	423
Wiederbelebung der Knochenkohle	716
Wind 139,	159
Windrad	158
Winterventilation	224
Witterung	233
Wohnungen, feuchte	161
Wolle	202
Wollwäschereien	697
Wolpert's Sauger 159,	207
Würste	364
Würze	475
Wuth des Menschen	563
— der Schlachtthiere	351
Xylol	548
Zellengefängnisse	793
Ziehkinder	771
Zimmt	467
Zink	619
Zinkweiss	619
Zinnober	618
Züchtung	425
Zucker	435
Zuckerfabrication	712
Zuckerreaction	437
Zündhölzchen 734,	737
Zündhölzchen, schwedische	737
Zündhütchenfabriken	763

Berichtigungen.

Seite 17, Zeile 2 lese man: Wasserdampfmengen statt Wasserdampfungen.
Seite 92, Zeile 8 lese man: Bandwurmeier statt Bandwürmer.
Seite 126, Zeile 10 lese man: 100 Cubik-Centimeter statt 10 Cubik-Centimeter.
Seite 127, Zeile 6 lese man: 0·2 Gramm statt 0·2 Milligramm.
Seite 239, Zeile 22 lese man: Aerol statt Aeeol.
Seite 366, Zeile 3 lese man: Pökel statt Bökel.
Seite 374, Zeile 23 lese man: 0·017 bis 0·01 Millimeter statt 0·00125 bis 0·04 Meter.
Seite 374, Zeile 29 lese man: 0·25 Millimeter statt 0·025 Meter.
Seite 393, Zeile 36 lese man: braust der Rückstand nach statt braucht der Rückstand noch.
Seite 416, Zeile 43 lese man: digerirt statt degenerirt.
Seite 490, Zeile 4 lese man: 28·5 statt 10.
Seite 490, Zeile 5 und 6 lese man: 151·5 statt 170.
Seite 494, Zeile 22 lese man: Schwefelsäure statt Kohlensäure.
Seite 544, Zeile 42 lese man: hemmen statt fördern.
Seite 549, Zeile 33 lese man: Phosphorsäure statt phosphorsaure.
Seite 557, Zeile 24 lese man: Kinderlymphe statt Rinderlymphe.

K. k. Hofbuchdruckerei Carl Fromme in Wien.